ББК 32.884.19
В80

Составитель А. В. Дьяков
Рецензенты: кандидат технических наук С. А. Бирюков, А. Д. Шуб

В помощь радиолюбителю: Сборник. Вып. 95 / В80 Сост. А. В. Дьяков.— М.: ДОСААФ, 1986.— 78 с., ил. 30 к.

Приведены описания конструкций, принципиальные схемы и методика расчета их некоторых узлов. Учтены интересы начинающих и квалифицированных радиолюбителей.

В $\frac{2402020000-070}{072(02)-86}$ 22—86 ББК 32.884.19 6Ф2.9

УЧЕБНЫМ ОРГАНИЗАЦИЯМ ДОСААФ

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ТЕЛЕГРАФНЫЙ КЛЮЧ С РЕГУЛИРУЕМОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТЬЮ ТИРЕ

Г. Беспалов

В настоящее время автоматические телеграфные ключи с регулируемой длительностью тире завоевывают все большую популярность в связи с тем, что они обеспечивают хорошую разборчивость телеграфного сигнала, а вместе с тем и достаточную надежность связи, особенно при наличии помех. Описываемый автоматический телеграфный ключ позволяет формировать сигнал с соотношением длительности между точкой и тире в пределах от 1/3 до 1/4, при этом длительность паузы между элементами знака сохраняется равной длительности точки. Скорость передачи на ключе может изменяться от 20 до 200 знаков в минуту с сохранением заданного соотношения длительности между точками, тире и паузами во всем интервале скоростей. Особенностью данного ключа является использование в его схеме четырехразрядного двоичного счетчика с возможностью параллельного ввода информации (предустановки), что значительно его упрощает. Малое потребление энергии КМПД микросхемами позволяет использовать этот ключ в переносных полевых радиостанциях.

Схема ключа показана на рис. 1. Основными ее узлами являются: тактовый генератор на элементах *DD1.3* и *DD1.4*: формирователь кода предустановки на элементах *DD1.1, DD1.2* и *DD2* с кнопками управления *SB1, SB2* и манипулятором *SA1*; формирователь длительности элемента телеграфной посылки и паузы на микросхеме *DD3* и элементе *DD4.1*; генератор самоконтроля на элементах *DD4.2, DD4.3* и *DD4.4*; выходной усилитель для подключения манипуляционного реле или манипулируемой цепи передатчика на элементе *DD5.2*; выходной усилитель для подключения телефонов самоконтроля на элементе *DD5.3*.

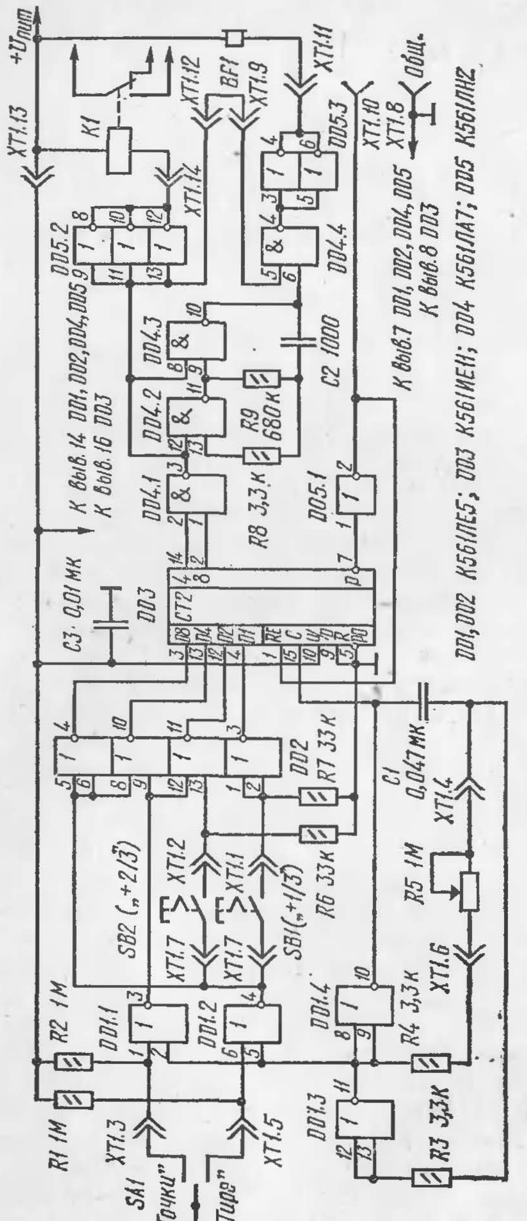


Рис. 1. Принципиальная схема телеграфного ключа

Исходным состоянием схемы является такое, когда все четыре триггера счетчика *DD3* находятся в единичном состоянии, т. е. на его информационных выходах *1, 2, 4* и *8* присутствует логическая 1, а на выходе переноса *P* — логический 0. При этом на обоих входах элемента *DD4.1* — логическая 1, а на его выходе — логический 0, который запрещает работу генератора самоконтроля *DD4.2, DD4.3*; на выходе усилителя *DD5.2* логическая 1 (высокий уровень), при которой телеграфная посылка отсутствует. Логический 0 с выхода *P* инвертируется элементом *DD5.1* (преобразуется в логическую 1) и подается на вход *RE* счетчика *DD3*, который при этом сигнале находится в режиме приема параллельной информации со входов *D1, D2, D4, D8*. Так как контакты манипулятора *SA1* разомкнуты, на выводе *1* элемента *DD1.1* и на выводе *6* элемента *DD1.2* высокий уровень (логическая 1), а на выходах этих элементов — логический 0. В результате на всех входах микросхемы *DD2* присутствует логический 0 — либо с выходов элементов *DD1.1* и *DD1.2* при нажатых кнопках *SB1* и *SB2*, либо на входы *1*, *2* и *13* через резисторы *R6* и *R7*. На выходах микросхемы *DD2* — логические 1, которые подаются на входы *D1—D8* счетчика *DD3*, и единичное состояние триггеров счетчика сохраняется.

При замыкании контакта «Точки» манипулятора *SA1* на выводе *1* элемента *DD1.1* появляется низкий уровень (логический 0), и с началом первого же тактового импульса (логический 0 на выходе *11* и логическая 1 на выходе *10* элементов *DD1.3* и *DD1.4*) на выходе элемента *DD1.1* появится логическая 1, которая подается на выводы *9* и *12* микросхемы *DD2*, и на ее выходах *11* и *10* появляется логический 0. Таким образом на информационных входах *D1—D8* счетчика *DD3* появляется код 1001, который и записывается в триггеры счетчика, этот же код возникает на его выходах *D1—D8*, а на выходе *P* появляется логическая 1, которая инвертируется элементом *DD5.1* в логический 0 и подается на вход *RE* счетчика, переводя его в режим счета. Логический 0, появившийся на выходе *4* (вывод *14*) счетчика *DD3*, приводит к появлению логической 1 на выходе элемента *DD4.1*, который разрешает работу генератора самоконтроля на элементах *DD4.2, DD4.3, DD4.4.* Кроме того, логическая 1 с выхода *DD4.1* подается на вход усилителя *DD5.2* и на его выходе появляется логический 0 (низкий

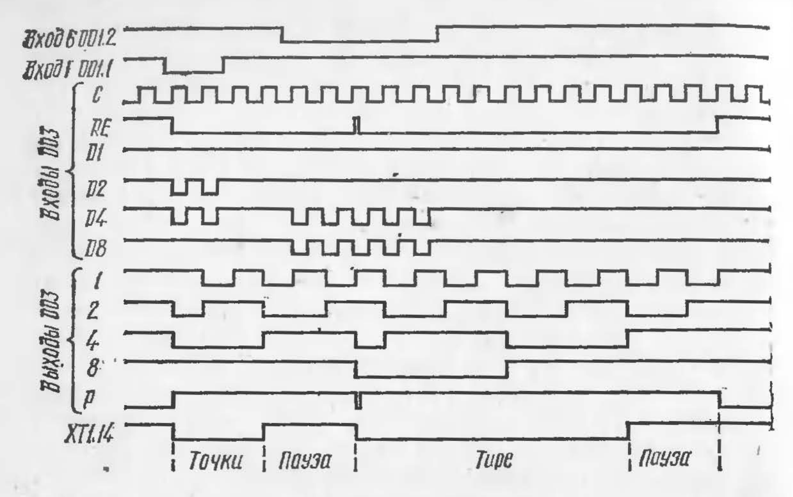


Рис. 2. Эпюры напряжений в разных точках схемы (кнопки *SB2* и *SB3* отпущены)

уровень), характеризующий наличие телеграфной посылки.

Процесс формирования элементов телеграфной посылки удобнее рассмотреть по эпюрам напряжений в различных точках схемы, показанным на рис. 2. В течение первых трех периодов тактового генератора логический 0 на выходе *4* счетчика *DD3* сохраняется, происходит формирование точки. С приходом четвертого импульса на выходе *4* счетчика появляется логическая 1, а на выходе элемента *DD4.1* — логический 0, вызывающий появление на выходе элемента *DD5.2* логической 1 и запрещающий работу генератора самоконтроля. Происходит формирование паузы. С приходом седьмого импульса все триггеры счетчика *DD3* вновь оказываются в единичном состоянии, на выходе *P* появляется логический 0, который инвертируется в логическую 1 элементом *DD5.1* и подается на вход *RE* счетчика, переводя его в режим параллельного приема информации. Такое состояние устройства сохранится до нового замыкания одного из контактов манипулятора *SA1*. Предположим, что в один из моментов предыдущего процесса, до его окончания, как показано на рис. 2, замкнут контакт «Тире» манипулятора *SA1* и на входе *6* элемента *DD1.2* появился логический 0, в результате на входах *D1—D8*

при каждом тактовом импульсе будет появляться код 0011, если кнопки *SB1* и *SB2* отпущены, как показано на рис. 2. Но эти сигналы не окажут влияния на процесс формирования точки и паузы до тех пор, пока на входе *RE* не появится логическая 1. Сразу же после окончания формирования паузы с приходом седьмого импульса с задержкой на время распространения сигнала в счетчике от входа *C* до выхода *P* (не более 0,91 мкс) на выходе *P* появляется логический 0 и через инвертор *DD5.1* в виде логической 1 подается на вход *RE* счетчика *DD3*, и во внутренние его триггеры запишется код, присутствующий в этот момент на входах *D1—D8*,— 0011. Через 0,17 мкс после этого на выходе *P* счетчика *DD3* появится логическая 1 и инвертированная элементом *DD5.1* переведет счетчик в режим счета тактовых импульсов. За время этих операций уровень сигнала на входе *C* счетчика достигает уровня логической 1, т. е. закончится передний фронт тактового импульса, поэтому счетчик начнет считать тактовые импульсы, начиная со следующего, так как переключения состояний счетчика происходят положительными перепадами, а не уровнем сигнала (*C* — динамический вход). В течение последующих девяти периодов тактового генератора происходит формирование тире, так как в этот период хотя бы на одном из входов элемента *DD4.1* имеется логический 0, поэтому работает генератор самоконтроля и на выходе элемента *DD5.2* — логический 0. С приходом десятого тактового импульса в триггерах счетчика устанавливается число 1100, так же как и после формирования точки, и на обоих входах элемента *DD4.1* оказывается логическая 1, а на его выходе — логический 0. Начинается формирование паузы так же, как и после формирования точки. Таким образом, длительность точки и длительность паузы равна трем периодам тактового генератора, а длительность тире — девяти, т. е. в три раза больше,— это стандартный телеграфный сигнал.

Для увеличения длительности тире используются кнопки *SB1* и *SB2*. При замыкании контакта *SB1* на входы счетчика *DD3* при нажатии манипулятора *SA1* в положение «Тире» будет поступать код 0010 и длительность тире увеличится на один такт, т. е. на одну треть длительности точки; при замыкании контакта *SB2* на входы счетчика в этом же случае поступит код 0001 и длительность тире увеличится на два такта; если же

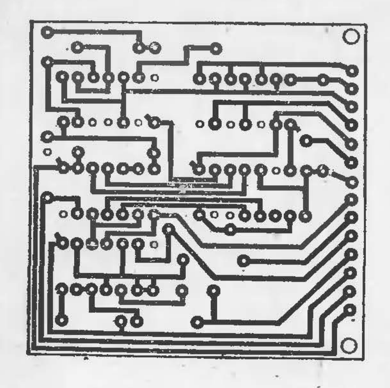
замкнуты оба контакта — *SB1* и *SB2*, на входы счетчика поступит код 0000 и длительность тире увеличится на три такта и станет равной четырем длительностям точки. Процесс формирования тире в этих случаях тот же самый, только счет тактовых импульсов начинается с меньшего числа, а заканчивается всегда на одном и том же: 1100 — телеграфная посылка и 1111 — конец паузы.

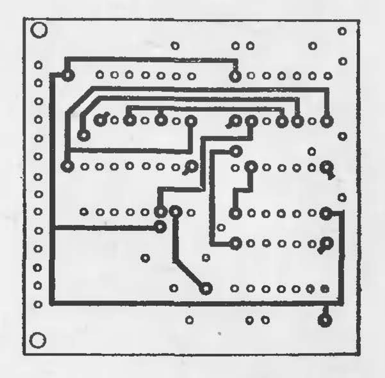
Как видно из сказанного, момент нажатия на контакт манипулятора *SA1* и момент его отпускания не влияют на процесс формирования сигнала и длительность телеграфного сигнала и паузы, что значительно облегчает пользование данным телеграфным ключом. При внимательном рассмотрении схемы можно заметить, что длительность тире можно не только увеличить, но и уменьшить путем введения дополнительных выключателей и соответствующих изменений в схеме подключения элемента *DD2* и, в некоторых случаях, его замены на другой тип. Эти изменения необходимы для изменения кода предустановки в счетчик *DD3*. Так, при коде на входах *D1—D8* 0100 длительность тире уменьшится на один такт, при коде 0101 — на два такта и т. д. Но такое уменьшение длительности тире целесообразно только при высоко надежной связи для увеличения скорости передачи информации и в радиолюбительской практике не нужно, а так как это приводит к значительному усложнению схемы, то в данной конструкции не используется.

Скорость передачи на ключе с сохранением заданного соотношения между точками и тире регулируется изменением частоты тактового генератора с помощью резистора *R5*.

Ключ смонтирован на печатной плате из двустороннего фольгированного стеклотекстолита размерами 56×56 мм. Чертеж проводящих дорожек со стороны установки деталей показан на рис. 3, с противоположной — на рис. 4. Расположение деталей на плате показано на рис. 5. В качестве переменного резистора *R5* может быть использован резистор любого типа с прямопропорциональной зависимостью сопротивления, разъем *XT1* — МРН14-1.

Головные телефоны для контроля работы ключа включаются между плюсом источника питания и выводом *11* разъема *XT1*. Потребляемый телефонами ток не должен превышать 16 мА. Выходное реле для манипуля-





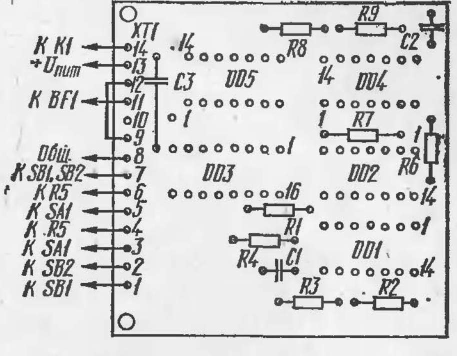


Рис. 3. Оборотная сторона печатной платы (двухстороиняя печать)

Рис. 4. Печатная плата (расположенне дорожек со стороны размещения деталей)

Рис. 5. Расположение деталей на плате

ции передатчика включается между плюсом источника питания и выводом *14* разъема *XT1*. Сопротивление обмотки реле должно быть (в кОм) не менее $U_{пит}/24$. Питание ключа можно осуществлять от источника постоянного тока с напряжением от 3 до 15 В. Типы резисторов и конденсаторов существенного значения не имеют, печатная плата разрабатывалась под резисторы МЛТ-0,125 и конденсаторы КМ. После монтажа ключ начинает сразу же работать правильно, необходимо только подобрать резистором *R9* или конденсатором *C2* наиболее приятный тон генератора самоконтроля на наибольших скоростях передачи. Ток потребления микросхем в ключе не превышает 1 мА, поэтому общее потребление в основном зависит от примененных реле и головных телефонов. Так, при напряжении питания 9 В и при использовании телефонов ТОН-2 с сопротивлением обмотки 2200 Ом и реле РЭС-64 (паспорт РС.569.725) с сопротивлением обмотки 2000 Ом общий

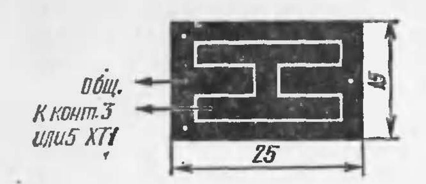


Рис. 6. Сенсорный контакт

ток потребления составляет 4 мА. Но если применить реле РЭС-15 (паспорт РС4.591.003) с сопротивлением обмотки 380 Ом, ток потребления возрастает до 25 мА.

Несколько слов о возможных заменах микросхем. В качестве счетчика *DD3*, кроме указанного на схеме, можно применить К561ИЕ14, но вывод *9* необходимо подключить к плюсу источника питания. При этом он будет работать в режиме двоичного счета, подключение же его к общему проводу, как показано на схеме для К561ИЕ11, приведет к режиму десятичного счета. Микросхемы серии К561 можно без каких-либо изменений заменить на микросхемы серии 564. *DD1, DD2* и *DD4* — на микросхемы К176 или 164 с аналогичными индексами; но в этом случае напряжение питания схемы должно быть равно 9 В и не превышать 5...10 В. Микросхем, аналогичных *DD3* и *DD5*, в серии К176 и 164 нет.

В качестве манипулятора *SA1* могут быть применены сенсорные контакты. Их конструкция — самая разнообразная, один из вариантов показан на рис. 6. Каждый из контактов выполнен из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1 мм. Проводящие дорожки по краю пластинки соединяются с общим проводом, а средняя — с соответствующим контактом разъема *XT1*. В случае использования сенсорных контактов сопротивление резисторов *R1* и *R2* должно быть несколько увеличено, точное их значение подбирается при настройке.

При работе на данном ключе следует иметь в виду, что сразу после включения питания триггеры счетчика *DD3* устанавливаются в произвольное состояние, и на выходе ключа появляется импульс произвольной длительности (но не более тире), поэтому радиостанция в момент включения питания ключа должна находиться в режиме приема. Также недопустимо одновременное замыкание обоих контактов манипулятора *SA1* в момент начала телеграфной посылки, так как в этом случае в счетчик *DD3* будет записан код 1000 или 0000 в зависимости от состояния кнопки *SA2*, в первом случае на выходе ключа будет импульс на длительность одного периода тактовой частоты больше длительности точки, во втором — тире длительностью четыре точки.

Если управляемая данным ключом радиостанция может манипулироваться логическими сигналами, то их можно снимать в положительной полярности с контакта *12* разъема *XT1* или в нулевой — с контакта *14*. С контакта *10* можно снимать положительные импульсы, появляющиеся в момент окончания паузы, при использовании данного ключа в составе автоматических устройств типа датчиков кода Морзе, ключей с «памятью» и т. п.

Литература

Ланцов А. и др. Цифровые устройства на комплементарных МДП интегральных микросхемах.— М.: Радио и связь, 1983.

Успенский В. Новые разработки цифровых ИМС широкого применения.— В помощь радиолюбителю. Вып. 90, с. 76—78.

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

АКТИВНЫЕ ЩУПЫ С МАЛОЙ ВХОДНОЙ ЕМКОСТЬЮ

Н. Шиянов

При настройке высокочастотных узлов или схем частотной коррекции радиоаппаратуры входное сопротивление осциллографа (для низких частот) должно быть достаточно высоким, обычно более 500 кОм, а входная емкость — малой. Если первое требование на практике удовлетворяется сравнительно просто, то второе обеспечивается далеко не всегда. Входной кабель длиной около 1 м совместно с емкостью первого каскада осциллографа образуют суммарную емкость около 120...150 пФ. Введение такой емкости в исследуемую схему может существенно повлиять на ее функционирование, изменяя форму АЧХ, что приводит к значительным погрешностям измерения на частотах 5...10 кГц и выше. Кроме того, некоторые операционные усилители склонны к самовозбуждению при подключении указанной емкости к их выходу.

В большинстве практически возникающих ситуаций можно считать, что для упомянутой области частот допустимой входной емкостью измерительного прибора является значение около 10...15 пФ.

Широко используемым в настоящее время способом снижения входной емкости прибора является применение выносных делителей напряжения. Однако одновременно с уменьшением емкости понижается его чувствительность, что не всегда допустимо. Например, при уменьшении входной емкости с 100 до 10 пФ приходится мириться с десятикратным снижением чувствительности прибора. Для существенного снижения входной емкости без изменения чувствительности целесообразно применять эмиттерные повторители напряжения.

Благодаря глубокой отрицательной обратной связи параметры повторителя малочувствительны к шунтирующему действию емкости кабеля $C_к$, включаемого параллельно его нагрузке. Приближенное значение входной

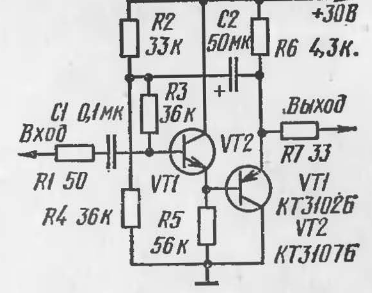


Рис. 1. Схема щупа-повторителя напряжения

емкости $C_{вх}$ эмиттерного повторителя равно: $C_{вх} = C_н/h_{21э}$, где $C_н$ — емкость нагрузки; $h_{21э}$ — коэффициент передачи тока базы транзистора.

Коэффициент передачи повторителя остается близким к единице практически во всем диапазоне рабочих частот.

Принципиальная схема повторителя напряжения, выполненного в виде электронного щупа к осциллографу, представлена на рис. 1. Для повышения входного и снижения выходного сопротивлений, а также ослабления зависимости выходного сопротивления от импеданса исследуемого участка устройства схема выполнена на составном эмиттерном повторителе. Первый эмиттерный повторитель играет роль входного каскада, нагруженного достаточно высоким входным сопротивлением второго повторителя, назначение которого — обеспечение необходимой выходной мощности и малого выходного сопротивления. Сигнал подается на базу первого транзистора структуры *n-p-n* КТ3102, а с его эмиттера — на транзистор КТ3107 структуры *p-n-p*. С эмиттерной нагрузки напряжение через *R7* поступает на выход устройства.

Необходимо заметить, что при емкостном характере нагрузки входная проводимость эмиттерного повторителя содержит отрицательную активную составляющую, что свидетельствует о потенциальной возможности самовозбуждения на высоких частотах. Для предотвращения самовозбуждения в цепь базы включен резистор *R1*. Смещение на базу *VT1* задается с низкоомного делителя *R2R4*, обеспечивающего хорошую температурную стабильность каскада. Устранение шунтирующего влияния делителя на входное сопротивление обеспечивается схемой компенсации, содержащей конденсатор *C2*. Его сопротивление в полосе рабочих частот мало, поэтому значения переменных напряжений на выводах резистора *R3* весьма близки, а динамическое сопротивление дели-

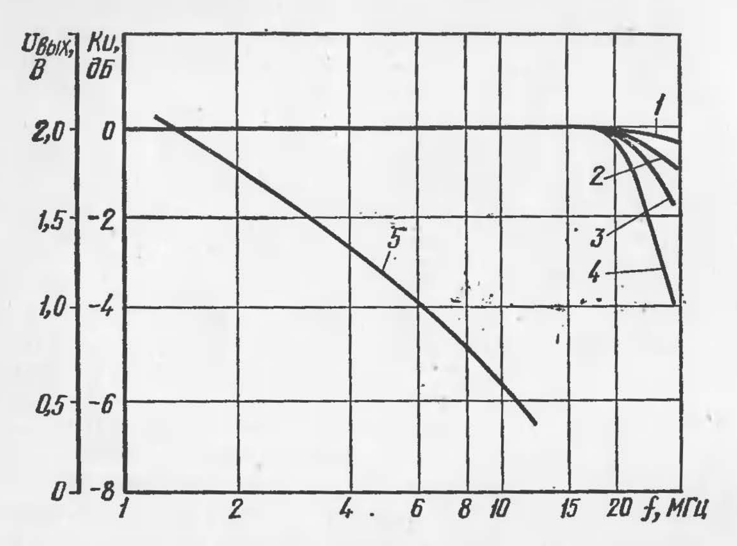


Рис. 2. Амплитудно-частотные характеристики щупа по схеме рис. 1 в зависимости от емкостной нагрузки

теля велико. Ток выходного каскада выбран достаточно высоким — около 3,5 мА — для снижения нелинейных искажений сигнала на высоких частотах и расширения полосы пропускания.

Входное сопротивление щупа в области низких частот не менее 500 кОм, входная емкость каскада на транзисторе *VT1*, измеренная на частоте 2 МГц, около 8,5 пФ. На рис. 2 изображены амплитудно-частотные характеристики устройства, нагруженного на различные емкости. Кривые *1—4* получены для емкости соответственно *15, 50, 70, 100* пФ. Видно, что с увеличением емкости нагрузки полоса пропускания несколько сужается, однако даже при 100 пФ полоса рабочих частот щупа не менее 25 МГц.

Уровень ограничения сигнала слабо изменяется на частотах менее 200 кГц и составляет 9,5 В при напряжении питания 30 В. С повышением частоты растут нелинейные искажения, поэтому допустимое входное напряжение снижается. На кривой *5* рис. 2 представлена зависимость допустимого входного напряжения от частоты сигнала при коэффициенте гармоник, равном 5 %, и наиболее вероятном значении емкости кабеля 70 пФ.

Указанная зависимость позволяет обоснованно выбрать максимально допустимый уровень напряжения входного сигнала по известной ширине его спектра. Если, например, максимальная частота в спектре входного сигнала равна 5 МГц, то неискаженная амплитуда этой составляющей должна быть не более 1,1 В.

Повторители напряжения на биполярных транзисторах, выполненные в виде электронных щупов к измерительным приборам, широко распространены. Этому способствует их малая входная емкость, благодаря чему частотные погрешности измерения становятся достаточно малыми. Использование многокаскадных схем повторителей напряжения существенно улучшает их основные параметры, а полоса пропускания при использовании высокочастотных биполярных транзисторов простирается обычно от десятков герц до десятков мегагерц.

Недостатком подобных схем является смещение постоянной составляющей входного сигнала. Последнее возникает, в частности, вследствие протекания базового тока входного транзистора по исследуемым цепям и его нестабильности. Уменьшение смещения постоянной составляющей в схемах на биполярных транзисторах, необходимое для реализации «открытого входа» прибора, сопряжено с определенными схемотехническими сложностями. Достаточно просто указанная задача решается с помощью согласованных полевых транзисторов, температурная нестабильность которых снижается с помощью глубокой отрицательной обратной связи (ООС).

На рис. 3 представлена принципиальная схема повторителя напряжения, выполненного в виде электронного щупа к осциллографу. Схема повторителя содержит четыре транзистора. Согласованная пара полевых транзисторов *VT1, VT2* с *n*-каналом работает в дифференциальном каскаде, транзистор *VT3* является источником тока для указанного каскада, а транзистор *VT4* включен в схему усилителя напряжения с общим эмиттером.

Устройство работает следующим образом. Входной сигнал подается на затвор транзистора *VT1*. Напряжение, усиленное полевым транзистором *VT1*, поступает на базу транзистора *VT4*. Выходное напряжение повторителя снимается с коллекторной нагрузки — резистора *R10*. Одновременно выходное напряжение прикладывается к затвору второго транзистора дифференциальной пары *VT1, VT2*. Глубокая отрицательная обратная связь

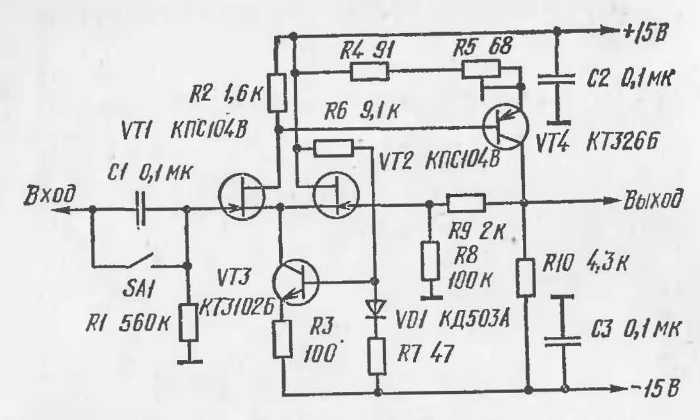


Рис. 3. Вариант схемы повторителя напряжения — щупа к осциллографу

и большое дифференциальное сопротивление источника тока обеспечивают близкий к единице коэффициент передачи повторителя. Выбором тока коллектора транзистора *VT4* (около 4 мА) снижается нелинейность повторителя в области высоких частот. Температурная стабильность устройства обеспечивается за счет глубокой отрицательной обратной связи и введения источника тока на транзисторе *VT3*.

Основные характеристики повторителя напряжения представлены на рис. 4. Кривыми *1—4* показана амплитудно-частотная характеристика устройства для различных значений емкости нагрузки. С увеличением емкости от 15 до 100 пФ полоса пропускания повторителя, измеренная на уровне 3 дБ, сужается от 25 до 10 МГц. Указанная выше емкость нагрузки складывается из емкости кабеля и входной емкости осциллографа.

Необходимо иметь в виду, что современные радиочастотные кабели с полиэтиленовой изоляцией имеют погонную емкость, увеличивающуюся с уменьшением волнового сопротивления. Так, например, типичное значение погонной емкости кабеля с волновым сопротивлением 50 Ом равно 110...125 пФ, с волновым сопротивлением 75 Ом — в пределах 60...80 пФ. У высокоомных кабелей и кабелей с полувоздушной изоляцией погонная емкость может быть ниже, однако они сравнительно малодоступны.

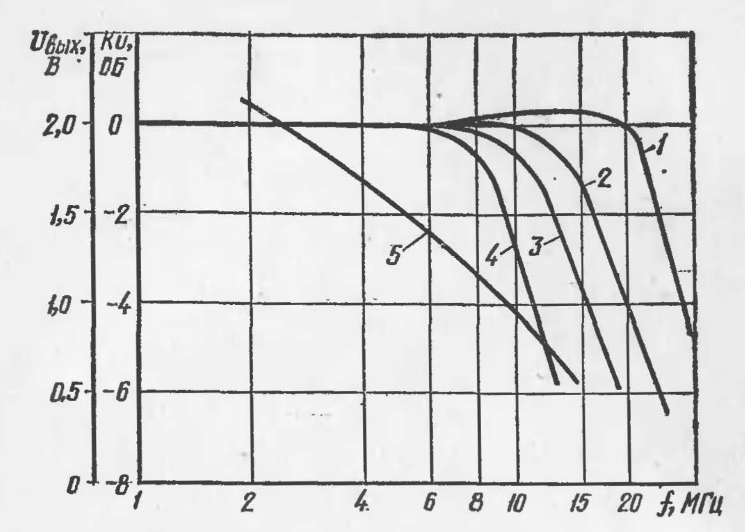


Рис. 4. Амплитудно-частотные характеристики щупа по схеме рис. 3

Кривая *5* на рис. 4 иллюстрирует зависимость допустимого напряжения сигнала при уровне гармоник около 5 % с повышением частоты. Зависимость позволяет выбрать максимально допустимое значение входного сигнала для предполагаемого спектра входных частот.

Можно рекомендовать следующую методику использования повторителя напряжения. При исследовании слабых широкополосных сигналов с амплитудами 0... 200 мВ чувствительность осциллографа устанавливается от 5 до 50 мВ/дел., при которой изображение на экране должно занимать от 1/3 до 2/3 его высоты. Поскольку масштабная сетка современных осциллографов имеет 6...8 делений по вертикали, уход границ изображения за пределы экрана является естественным индикатором превышения амплитудой сигнала допустимого уровня на высоких частотах — 150...250 мВ.

Вместе с тем, работа с сигналами, изображение которых не выходит за пределы экрана, обеспечивает отсутствие нелинейных искажений до частот не менее 12...15 МГц.

Для исследования широкополосных сигналов более высокого уровня целесообразно использовать выносные делители напряжения, входная емкость которых состав-

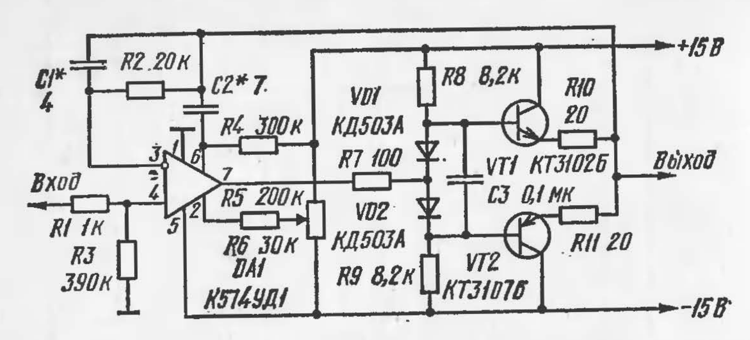


Рис. 5. Схема повторителя напряжения на операционном усилителе

ляет обычно 8...12 пФ. Изготовление и использование таких делителей подробно описали П. Хоровиц, У. Хилл в книге «Искусство схемотехники», т. 1 (М. : Мир, 1983).

Повторитель напряжения с удовлетворительными параметрами можно выполнить на основе быстродействующих операционных усилителей. Малые значения температурного дрейфа и смещения нуля позволяют получить весьма высокую температурную стабильность устройства.

На рис. 5 показана принципиальная схема повторителя напряжения на операционном усилителе К174УД1А в неинвертирующем включении. Элементы *R2, C1* образуют цепь отрицательной обратной связи. Корректирующие конденсаторы *C1, C2* препятствуют самовозбуждению усилителя на высоких частотах. Резистором *R6* осуществляется балансировка каскада. Для улучшения качественных показателей при работе на большую емкостную нагрузку в качестве выходного каскада используется составной эмиттерный повторитель на комплементарной паре транзисторов *VT1, VT2*. Начальное смещение, исключающее возникновение нелинейных искажений на низких уровнях сигналов, задается диодами *VD1, VD2*.

Частотные и амплитудные характеристики устройства представлены на рис. 6. Кривыми *1, 2, 3* изображены малосигнальные амплитудно-частотные характеристики при емкостной нагрузке 10, 70 и 100 пФ соответственно. Частотная зависимость максимально допустимого эффективного значения напряжения для емкости нагрузки 70 пФ иллюстрируется кривой *4*.

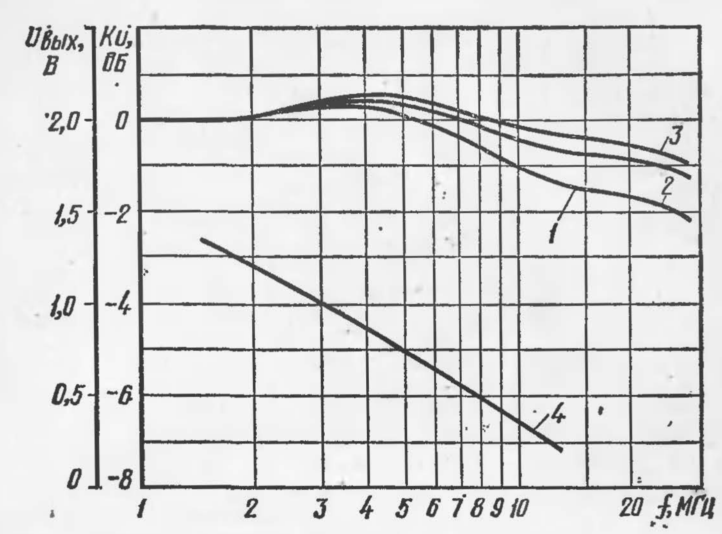


Рис. 6. Амплитудно-частотные характеристики щупа по схеме рис. 5

Рассмотренная схема отличается от предшествующих более широкой полосой пропускания, однако форма АЧХ неравномерна в рабочей области частот. Входная емкость повторителя около 8 пФ. Максимально допустимые уровни напряжений сигнала в высокочастотной области приблизительно вдвое меньше, чем у описанных выше повторителей напряжения.

При выборе одной из схем для изготовления и использования необходимо определить характер большинства предстоящих измерений. Если предполагается измерять параметры только переменных составляющих сигнала, то лучшей для такого применения является простая схема двухкаскадного эмиттерного повторителя по рис. 1. Для одновременного контроля переменных и постоянных напряжений можно использовать повторитель по рис. 3. Эта схема отличается наибольшими допустимыми уровнями напряжений на высоких частотах и имеет достаточно широкую полосу пропускания. При измерении малых, порядка единиц и десятков милливольт, постоянных и переменных сигналов в широком спектре частот целесообразно использовать схему повторителя на операционном усилителе по рис. 5, имеющую высокую температурную стабильность и широкую полосу пропускания.

Детали и конструкция. В описанных устройствах могут быть использованы резисторы МЛТ-0,25 МЛТ-0,125 с допускаемым отклонением от номинала ±10 %. Подстроечный резистор *R5* в схеме по рис. 3 может быть любого типа, однако предпочтение должно быть отдано малогабаритным резисторам, например СПЗ-44, СПЗ-38а. Электролитические конденсаторы К50-6 могут быть заменены на К50-12. Другие конденсаторы — на К73-17 (*C1, C2, C3* на рис. 3) и КТ1 (*C1, C2* — на рис. 5). Полупроводниковые диоды *VD1, VD2* — на КД503А, КД503Б, КД522А, КД521А. Вместо указанных на схеме биполярных *n-p-n* транзисторов можно использовать транзисторы серий КТ315, КТ306, КТ316 и вместо *p-n-p* — транзисторы серий КТ349, КТ361. Необходимо заметить, что замена транзистора КТ326Б (*VT4*) на другой, с бо́льшими емкостями *p-n* переходов, приводит к сужению полосы пропускания. Транзисторы *VT1, VT2* в схеме на рис. 5 должны иметь близкие значения коэффициентов передачи тока базы ($h_{21э}$). Коэффициенты усиления $h_{21э}$ других транзисторов могут находиться в пределах 100...300. Согласованная пара транзисторов *VT1, VT2* — КПС104В может быть заменена на пару из КПС104Г, Д. В качестве транзисторов *VT1, VT2* можно использовать также дискретные полевые транзисторы КП303В, Г после их попарного отбора по напряжению отсечки и начальному току с погрешностью не более 10 %. Операционный усилитель К574УД1А можно заменить на К544УД2. Возможно применение усилителя К140УД8Б, при этом полоса пропускания устройства несколько сужается. Переключатель *SA1* в схеме на рис. 3 — любой малогабаритный.

Повторители напряжения выполняются в виде выносных щупов, соединяемых с осциллографом или другим измерительным прибором экранированным кабелем длиной 100...130 см.

Элементы конструкции повторителя монтируются на прямоугольной печатной плате, помещаемой в экранированный корпус щупа. В качестве примера на рис. 7 приведен чертеж печатной платы выносного щупа по схеме, представленной на рис. 3. Для уменьшения габаритных размеров постоянные резисторы устанавливаются в плату вертикально.

Налаживание. Правильно собранное устройство по рис. 1 в налаживании не нуждается. Достаточно про-

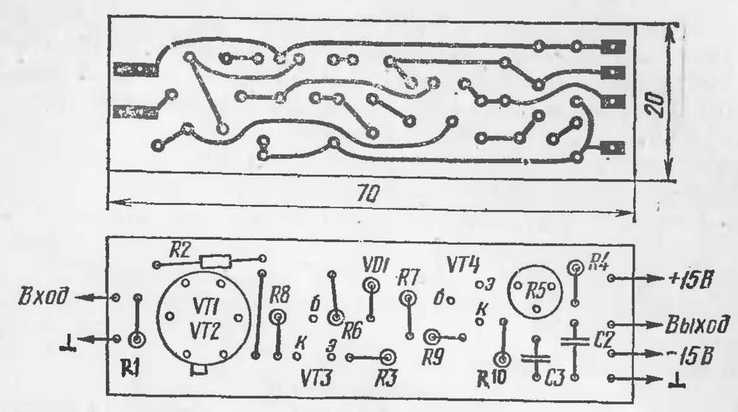


Рис. 7. Эскиз печатной платы щупа по схеме рис. 3

верить отсутствие возбуждения в рабочей области частот.

Повторитель по схеме рис. 3 требует балансировки резистором *R5* до появления нулевого потенциала на выходе при отсутствии входного сигнала. Невозможность установки «нуля» при исправных элементах свидетельствует о рассогласованности характеристик пары *VT1, VT2* либо неудовлетворительном токовом режиме этих транзисторов, определяемом элементами *R3, R7, VD1*. В последнем случае необходимо подобрать значение резистора *R3*. Токи стока полевых транзисторов должны составлять 0,6...0,8 мА. Окончательную регулировку резистором *R5* рекомендуется проводить в законченной конструкции и установившемся тепловом режиме.

Налаживание схемы повторителя по рис. 5 сводится в основном к подбору наилучших значений емкости конденсаторов *C1, C2*. Их емкость определяет не только склонность к возбуждению, но и полосу пропускания, а также уровень нелинейных искажений устройства. Балансировкой резистором *R6* обеспечивается минимальный сдвиг выходного уровня, который должен быть не более ±2 мВ. Затем на вход устройства подключается генератор высоких частот, например Г4-102. Установив выходное напряжение в пределах 50...100 мВ, изменяют частоту сигнала, контролируя амплитуду выходного напряжения повторителя. Подбором емкостей конденсаторов *C1, C2* необходимо добиться максимально плоской АЧХ устройства. После этого увеличивают уровень

выходного напряжения генератора, контролируя отсутствие самовозбуждения на различных частотных участках полосы пропускания. В случае самовозбуждения потребуется повторная корректировка емкости конденсатора *C1*.

ТЕСТЕР ДЛЯ ЦИФРОВЫХ МИКРОСХЕМ

Ю. Дробышев, Н. Сидоров

Прибор предназначен для проверки цифровых интегральных микросхем ТТЛ-типа, конструктивно выполненных в корпусах 201.14-1 и 238.16-1 (ИМС серий К155, К158, К131 и т. п.). При использовании соответствующих панелек прибор можно использовать для проверки микросхем других серий.

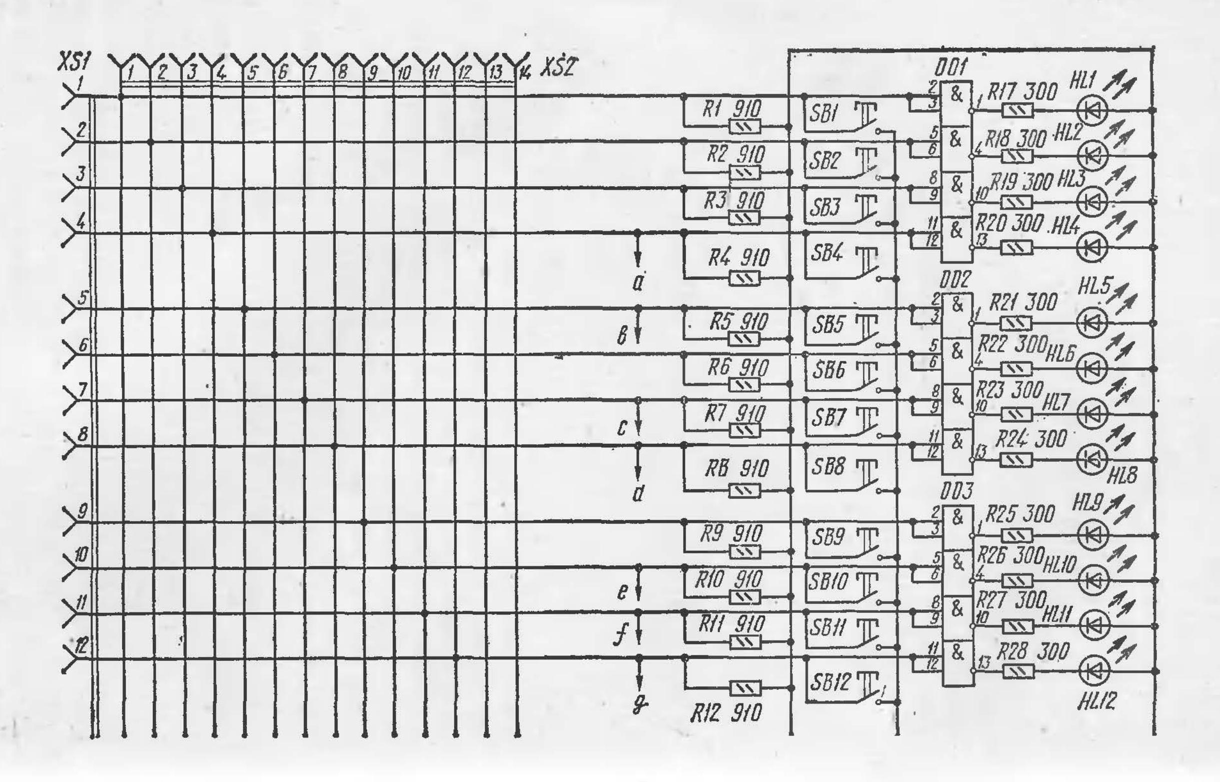
Функционально тестер состоит из светодиодного индикатора, двух импульсных генераторов, переключателя выводов, коммутатора питающего напряжения, разъема контрольных напряжений и дополнительных коммутаций, двух разъемов для подключения проверяемых микросхем.

В зависимости от количества выводов проверяемая ИМС подключается либо к разъему *XS2* с *14* контактами (рис. 1), либо к разъему *XS3* с 16 контактами. Через коммутатор питающего напряжения (5 В) подают напряжение питания на соответствующие выводы ИМС в зависимости от ее функционального назначения. Переключатель выводов, состоящий из 16 тумблеров, позволяет на любой из выводов ИМС подавать напряжение логических 1 и 0 либо импульсный сигнал от генераторов. Импульсные генераторы предназначены для проверки ИМС с динамическими входами (триггеры, счетчики, регистры). В приборе предусмотрены два импульсных генератора. Один выдает импульсы с частотой следования 1...20 Гц или 4..20 кГц и со скважностью, равной двум, второй генерирует одиночные импульсы произвольной длительности. Разъем *XS1* контрольных напряжений и дополнительных коммутаций используют для подключения к прибору питающего напряжения,

дополнительной контрольно-измерительной аппаратуры (осциллографа, вольтметра, генератора специальных сигналов), что позволяет при необходимости моделировать статические и динамические условия работы ИМС в конкретной схеме. На индикаторе, состоящем из 16 светодиодов, отображается информация об уровнях напряжения на каждом из выводов ИМС, логических 1 или 0. Светящийся диод индицирует уровень логической 1, несветящийся — 0. Дополнительный светодиод *HL17*, подключенный к выходам импульсных генераторов, сигнализирует о их работе и позволяет контролировать выходной сигнал.

Проверяемая ИМС с 14 выводами подключается к разъему *XS2*, а с 16 выводами — к разъему *XS3*. Каждый вывод разъемов через отдельные резисторы *R1—R16* подсоединен к +5 В источника питания. При разомкнутых контактах переключателей *SB1—SB16* высокий уровень напряжения, соответствующий логической 1, подается на инверторы *DD1—DD4*, выполненные на ИМС с открытыми коллекторами (К155ЛА8). С выходов инверторов низкие уровни напряжения, соответствующие логическому 0, поступают на катоды светодиодов *HL1—HL16*, что вызывает их свечение. При подаче напряжения питания на соответствующие выводы проверяемой ИМС с помощью коммутатора питающего напряжения *SB17—SB21* на других выводах ИМС появляются уровни либо 1, либо 0, что отображается на светодиодном индикаторе *HL1—HL16*. Подавая уровни логической 1 или 0 на входы элементов микросхемы, по информации на светодиодном индикаторе проверяют выполнение логических функций испытуемой ИМС. Уровень логического 0 подается на общую шину переключателей *SB1—SB16* через выключатель *SA2* (по схеме в положении «вниз»).

Для проверки ИМС с динамическими входами в приборе используют генераторы импульсов, выполненные на микросхеме *DD5*. Генератор одиночных импульсов собран на элементах *DD5.1* и *DD5.2* по схеме *RS*-триггера. Управление генератором осуществляется с помощью выключателя *SA1*. Импульсный генератор собран по схеме симметричного мультивибратора на элементах *DD5.3* и *DD5.4*. При подключенных конденсаторах *C1* и *C2* генератор выдает сигнал с частотой 1...20 Гц, при отключенных — 4...20 кГц. Сдвоенным потенциометром *R34* плав-



3 6-270

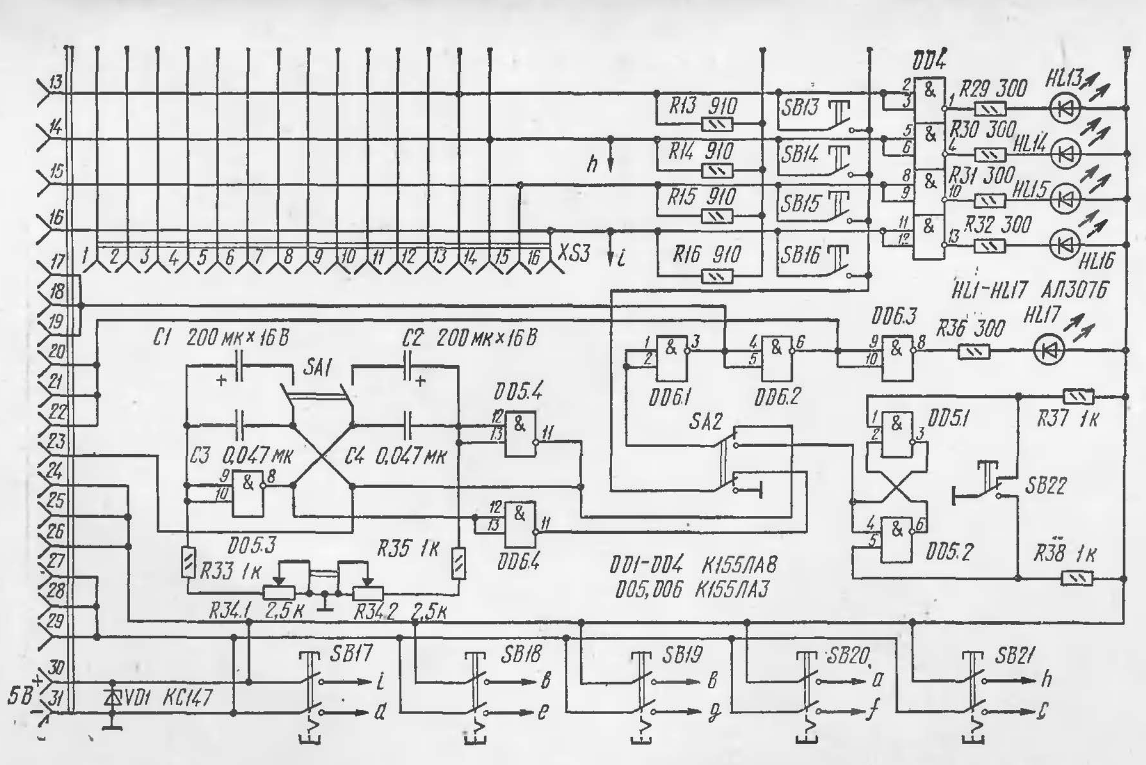


Рис. 1. Принципиальная схема тестера

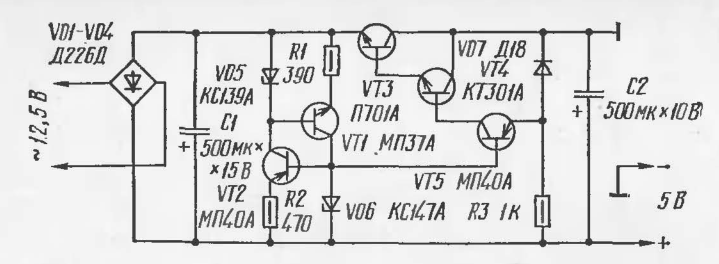


Рис. 2. Принципиальная схема блока питания

но регулируют частоты импульсов генератора. Элементы *DD6.1—DD6.4* выполняют роль инверторов-формирователей сигнала. Выходной сигнал генератора подается на разъем контрольных напряжений и дополнительных коммутаций *XS1* и через контакты *SA2* — на общую шину переключателей *SB1—SB16*. В зависимости от положения контактов переключателя *SA2* по свечению светодиода *HL17* осуществляют контроль выходного сигнала первого или второго генератора. Для удобства работы все выходные сигналы генераторов в прямой и обратной фазах выведены на разъем *XS1*.

Блок питания можно собрать по схеме, приведенной на рис. 2. Для проверки работы блока надо подключить к выпрямителю эквивалент нагрузки — резистор сопротивлением 20 Ом и измерить на нем напряжение. При незначительном отклонении напряжения питания от номинального (+5 В) следует подобрать сопротивление резистора *R3*. Значительное отклонение напряжения питания от номинала устраняется подбором стабилитрона *VD6*.

Прибор выполнен в металлическом корпусе размерами 250×135×40 мм. Все органы управления, индикации и разъемы выведены на переднюю панель прибора, выполненную из оргстекла (рис. 3). Детали генераторов импульсов, инверторы и резисторы *R17—R32* размещены на печатной плате из стеклотекстолита размером 140×50 мм. Резисторы *R1—R16* распаяны на контактах переключателей *SB1—SB16*. В конструкции применены: постоянные резисторы ОМЛТ-0,125, переменные — СПО, конденсаторы постоянной емкости К10-7В, конденсаторы электролитические К50-6, микропереключатели П2К (можно использовать микропереключатели КМ-1), микротумблеры МТ-3, КМ1-1-Т.

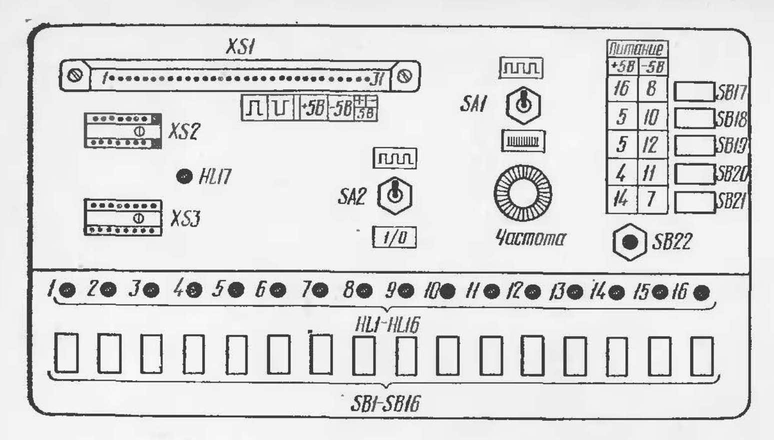


Рис. 3. Передняя панель прибора

Для проверки микросхем к гнездам *30, 31* разъема *XS1* подключают источник питания +5 В. В зависимости от количества выводов ИМС подключают к одному из разъемов — *XS2* или *XS3*. На светодиодном индикаторе должны загораться все 16 светодиодов. В соответствии с типом микросхемы на коммутаторе питающего напряжения нажимается одна из кнопок *SB17—SB21*, через контакты которой поступает питание на проверяемую микросхему. После подключения питания на светодиодном индикаторе сразу же отображается информация о уровнях напряжений на всех выводах проверяемой микросхемы. Высокий уровень напряжения, соответствующий логической 1, укажет светящийся светодиод, низкий уровень, соответствующий логическому 0,— несветящийся. Пользуясь переключателями *SB1—SB16* и комбинируя уровни логических 1 и 0 на входах элементов, контролируют уровни на выходах, что позволяет судить о исправности микросхемы. При использовании генераторов импульсов работу ИМС можно проверять в динамическом режиме, подключая выходы генераторов к различным входам элементов ИМС.

Для примера приведем порядок проверки ИМС К155ЛА3. Эта микросхема представляет собой счетверенный двухвходовый вентиль И-НЕ (4 2И-НЕ) в корпусе с 14 выводами. Проверяемую микросхему вставляют в разъем *XS2*, на коммутаторе питающего напряжения нажимается кнопка *SB21*, подавая напряжение

питания на *7* и *14* вывод микросхемы. При разомкнутых контактах переключателей *SB1—SB16* на светодиодном индикаторе будут светиться диоды *HL1, HL2, HL4, HL5, HL9, HL10, HL12, HL13, HL14* (*HL15, HL16* в данном случае не имеют значения). Светодиоды *HL3, HL6, HL7, HL8, HL11* светиться не будут. При подаче на входы *1, 2; 4, 5; 9, 10; 12, 13* любого из четырех вентилей уровня логического 0 на соответствующих выходах вентилей *3, 6, 8, 11* будет индицироваться уровень логической 1. Нарушение описанной логики работы вентилей укажет на неисправность ИМС.

Для проверки ИМС с динамическими входами сигналы от генераторов подаются на входы ИМС с помощью перемычек на разъеме дополнительных коммутаций *XS1* и переключателей *SB1—SB16*. Выполнение функций ИМС проверяется по светодиодному индикатору.

Приведем пример проверки ИМС К155ТВ1. К155ТВ1 — *JK* триггер, срабатывающий от фронта синхроимпульса с расширенной логикой на входе 3И, корпус имеет 14 выводов. Проверяемая ИМС вставляется в разъем *XS2*, на коммутаторе питающего напряжения нажимается кнопка *SB21*. Подавая уровни логического 0 на входы *2* (сброс) и *13* (установка), проверяется соответствующее изменение уровней на прямом и инверсном (*8, 6*) выходах. Логический 0 на входе *2* вызывает 0 на выходе *8* и логическую 1 на выходе *6*. Логический 0 на входе *13* вызывает 1 на выходе *8* и 0 на выходе *6*. Затем проверяют триггер по сигнальным входам. Проще всего это сделать в счетном режиме. На вход синхронизации *C* (*12*) надо подать сигнал от генератора импульсов. При замкнутых контактах *SB12* и в положении переключателя *SA2* вверх по схеме каждый синхроимпульс, поступающий на вход *12*, будет вызывать на выходах *8* и *6* изменение уровня в противофазе.

ЗВУКОВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ И РАДИОПРИЕМ

ЦИФРОВОЙ РЕВЕРБЕРАТОР

А. Власкин, С. Годин

Эффект реверберации звука является одним из средств достижения естественности и выразительности звучания. С его помощью легко создать иллюзию звучания в помещениях различного объема. В естественных условиях реверберация возникает в результате сложения звуковых колебаний, многократно отраженных от стен и потолка. Как правило, помещения не всегда обладают удовлетворительными акустическими условиями, и для того чтобы получить желаемое звучание, применяют устройства искусственной реверберации. Известно несколько типов ревербераторов: листовые, пружинные, ленточные, цифровые. Каждому типу присущи свои достоинства и недостатки. Листовой ревербератор громоздок и сложен в обращении, пружинный — имеет хорошие электрические характеристики, прост в обращении, но очень чувствителен к внешним механическим воздействиям. Ленточные ревербераторы являются самыми распространенными, они просты в изготовлении и обладают хорошими характеристиками. Основным их недостатком является необходимость периодической смены износившейся магнитной ленты, а также трудность получения малых времен задержки. Появившиеся в последнее время цифровые ревербераторы свободны от всех выше названных недостатков. Они малогабаритны, просты в обращении и из-за отсутствия движущихся механических частей обладают высокой эксплуатационной надежностью.

Предлагаемый вниманию простой ревербератор содержит относительно небольшое количество деталей и не нуждается в настройке. Ревербератор предназначен для использования в комплекте голосовой аппаратуры для ВИА, а также может служить основой для самостоятельного конструирования устройств, осуществляю-

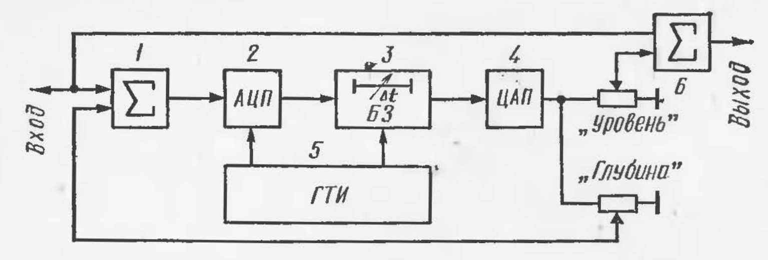


Рис. 1. Функциональная схема ревербератора:

1, 6 — сумматоры; *2* — аналого-цифровой преобразователь; *3* — блок задержки; *4* — цифроаналоговый преобразователь

щих более сложную временную обработку сигналов. На рис. 1 приведена функциональная схема ревербератора. Он состоит из двух сумматоров, блоков аналого-цифрового преобразования (АЦП) и цифро-аналогового преобразования (ЦАП), блока задержки (БЗ) и генератора тактовых импульсов (ГТИ). Входной сигнал подается на вход первого сумматора и далее на АЦП, где он преобразуется в последовательность логических 0 и 1. Цифровая последовательность поступает на вход блока задержки, задерживается там на некоторое время, а затем в ЦАП преобразуется обратно в аналоговый сигнал. Таким образом, происходит задержка аналогового сигнала, подобная процессу записи-воспроизведения в ленточных ревербераторах. Задержанный сигнал с выхода БЗ после ЦАП суммируется с входным в первом сумматоре, образуя петлю обратной связи. Потенциометром «Глубина» регулируется затухание сигнала в петле. Во втором сумматоре реверберированный сигнал складывается с входным, их соотношение регулируется потенциометром «Уровень». Генератор тактовых импульсов вырабатывает набор тактовых сигналов, необходимых для работы АЦП и БЗ.

Принципиальная схема для простоты изображения разбита на три части. На рис. 2 изображены схемы сумматоров, ГТИ, ЦАП и АЦП. Входной сигнал с номинальным напряжением 250 мВ поступает на вход суммирующего усилителя, выполненного на операционном усилителе *DA1*. С выхода *DA1* усиленный сигнал через резистор *R5* поступает на двухсторонний ограничитель — индикатор перегрузки. Индикатор перегрузки — красный светодиод *VD5* загорается, когда напряжение на выходе

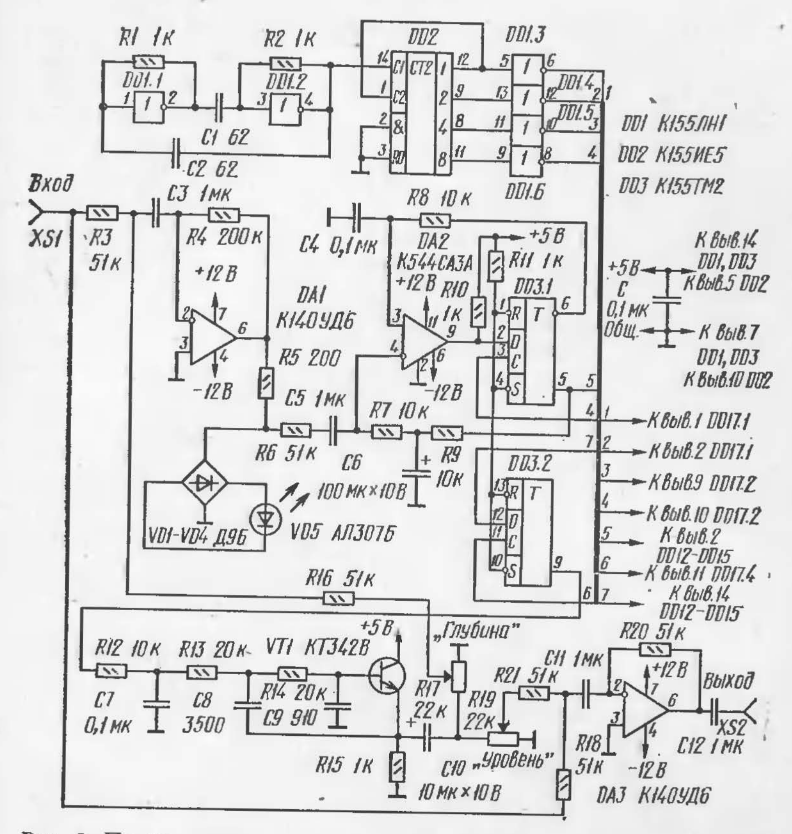


Рис. 2. Принципиальная схема генератора тактовых импульсов, аналого-цифрового и цифроаналогового преобразователя

усилителя *DA1* превышает 2,5 В, одновременно происходит ограничение сигнала по амплитуде во избежание перегрузки АЦП.

АЦП собран на микросхемах *DA2* и *DD3.1*. Он представляет собой простейший линейный дельта-преобразователь. В его состав входят устройство, сравнивающее по амплитуде два напряжения — компаратор *DA2*, элементарная ячейка памяти емкостью 1 бит на *D*-триггере *DD3* и интегрирующая цепочка *C4R8*. Работа преобразователя основана на представлении входного аналогового сигнала последовательностью коротких положительных и отрицательных дельта-импульсов.

Пусть входное напряжение на инвертирующем входе компаратора *DA2* (вывод *4*) превышает напряжение на конденсаторе *C4*. В этом случае на выходе компаратора (вывод *9*) появляется логический 0 (0,1...0,3 В). Затем, под действием переднего фронта тактового сигнала, поступающего на вход *C* микросхемы *DD3.1* (вывод *3*), логический 0 запоминается в триггере на время, равное периоду тактовой частоты (4 мкс), т. е. до прихода фронта следующего тактового импульса. При этом на инверсном выходе триггера (вывод *6*) будет логическая 1 (2,4...4 В), и напряжение на конденсаторе *C4* станет расти. Если к моменту прихода нового тактового импульса напряжение на конденсаторе превысит входное, то выход компаратора установится в состояние логической 1, которое будет записано в триггер и его инверсный выход (вывод *6*) установится в состояние логического 0. Это приведет к разрядке конденсатора через резистор *R8* и уменьшению напряжения на нем. Таким образом, напряжение на конденсаторе с некоторой погрешностью повторяет входной сигнал, а последовательность импульсов с выхода триггера является его цифровым эквивалентом.

Интегрирующая цепочка *R9C6R7* обеспечивает создание напряжения смещения, требующегося для нормальной работы преобразователя (около 2,5 В на выводе *4* микросхемы *DA2*).

С прямого выхода триггера (вывод *5*) последовательность импульсов поступает в БЗ, где задерживается на некоторое время. В силу особенностей работы БЗ сигнал на его выходе появляется лишь на короткое время, и для его фиксирования на время, равное периоду тактовой частоты, служит *D*-триггер *DD3.2*. Фиксирование информации в триггере происходит по переднему фронту вспомогательного синхросигнала, вырабатываемого в БЗ.

Обратное преобразование последовательности импульсов в аналоговый сигнал происходит на интегрирующей цепочке *R12C7*, подключенной к выходу триггера *DD3.2* (вывод *9*).

Активный фильтр нижних частот, собранный на элементах *R13R14C8C9 VT1*, служит для фильтрации высокочастотных составляющих. Полоса пропускания фильтра около 5 кГц.

Выходной операционный усилитель *DA3* предназначен для суммирования сигнала с выхода ЦАП с входным

сигналом ревербератора. Потенциометром *R19* регулируется соотношение этих сигналов, а с помощью потенциометра *R17* устанавливается желаемая «глубина» эффекта реверберации. Номинальное напряжение 250 мВ снимается с выхода усилителя *DA3*.

Генератор тактовых импульсов вырабатывает прямоугольные колебания четырех частот: 2 МГц, 1МГц, 500 кГц, 250 кГц. Он представляет собой собственно генератор на элементах *DD1.1* и *DD1.2*, вырабатывающий частоту 4 МГц, и делитель частоты *DD2*. Элементы *DD1.3—DD1.6* служат для инвертирования сигналов с выхода делителя, что необходимо для нормальной работы блока задержки.

Принципиальная схема БЗ приведена на рис. 3. Блок осуществляет задержку цифровой последовательности, вырабатываемой АЦП. Он состоит из четырех БИС динамической памяти К565РУ3 и схемы управления. Общая емкость памяти 64 Кбит (К-1024 бит) при тактовой частоте 250 кГц позволяет осуществлять задержку сигнала на 260 мс. С помощью переключателя *SA1* время задержки сигнала можно регулировать ступенями по 64 мс. В основу работы памяти положен модифицированный режим считывания-записи. В этом режиме за один период тактового сигнала происходит считывание выходного сигнала из ячейки с номером *N* и запись входного сигнала в ту же ячейку. На следующем периоде тактового сигнала происходит аналогичный процесс считывания-записи, но уже с ячейкой *N—1*. Так по очереди опрашиваются все ячейки памяти. Количество ячеек памяти, участвующих в работе, определяется положением переключателя *SA1*. В данной конструкции выбрано 4 положения переключателя *SA1* по числу корпусов БИС памяти. В положении *1* в работе участвует весь объем памяти, все четыре БИС, а в положении *4* — только одна БИС, соответственно объем памяти уменьшается в четыре раза.

Работой памяти управляют три вспомогательных сигнала: $\overline{RAS}$ — сигнал записи адреса строки; $\overline{CAS}$ — сигнал записи адреса столбца; $\overline{WE}$ — сигнал разрешения записи (черта сверху означает инверсию). Для их выработки на БЗ подаются от ГТИ сигналы четырех частот: 2 МГц, 1 МГц, 500 кГц, 250 кГц, поступающие на выводы *1, 2, 9, 10* элементов *DD17.1, DD17.2* соответственно. Частота 250 кГц, являющаяся основной такто-

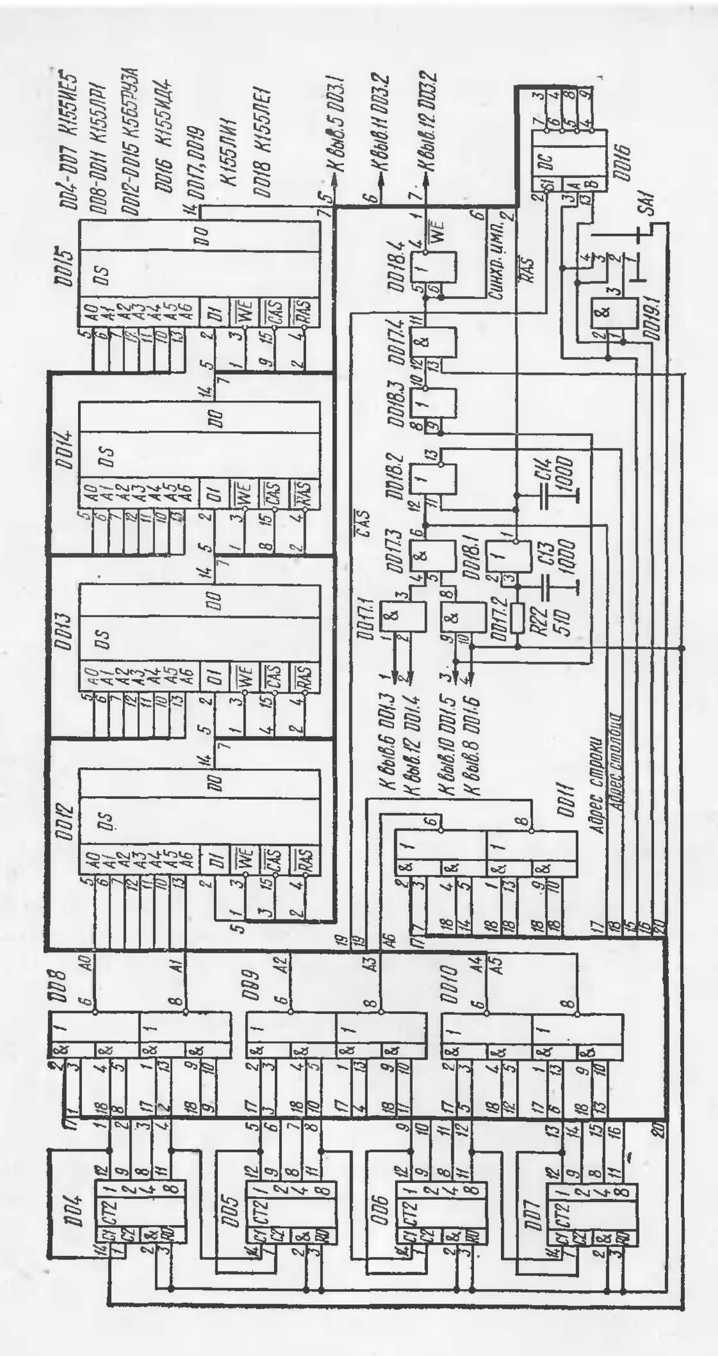
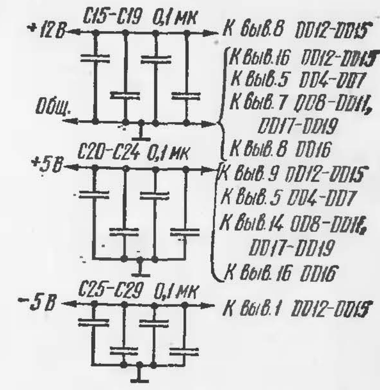


Рис. 3. Принципиальная схема блока задержки



вой, подается на счетный вход (*DD4* вывод *14*) шестнадцатиразрядного двоичного счетчика, собранного на элементах *DD4—DD7*. Ны выходах счетчика формируется код, представляющий собой адрес ячейки памяти, к которой происходит обращение. Конструкция БИС К565РУЗ не позволяет подавать на адресные входы все 14 разрядов кода адреса одновременно. Поэтому вначале на адресные входы *A0—A6* подается код из семи младших разрядов счетчика, сопровождаемый сигналом $\overline{RAS}$, а затем код из семи старших разрядов, сопровождаемый сигналом $\overline{CAS}$. Поочередное подключение входов микросхем *DD12—DD15* к счетчику происходит с помощью коммутатора на элементах *DD8—DD11*. По сигналу «Адрес строки» (рис. 4), вырабатываемому микросхемой *DD17* (вывод *6*), коммутатор пропускает на выход младшие семь разрядов, а по сигналу «Адрес столбца» — старшие. Два старших разряда счетчика (выводы *8* и *11* микросхемы *DD7*) используются для выбора одной из четырех БИС памяти посредством поочередной подачи сигнала $\overline{CAS}$, вырабатываемого дешифратором *DD16*. Сигнал $\overline{CAS}$ получается из сигнала «Адрес столбца» путем его инвертирования на элементе *DD11.2*.

Выходы БИС памяти (вывод *14*) включены параллельно. Такое включение не мешает их нормальному функционированию, так как в любой момент в работе находится только одна микросхема — та, на которой сигнал $\overline{CAS}$ имеет активный уровень логического 0. На трех остальных микросхемах устанавливается уровень логической 1.

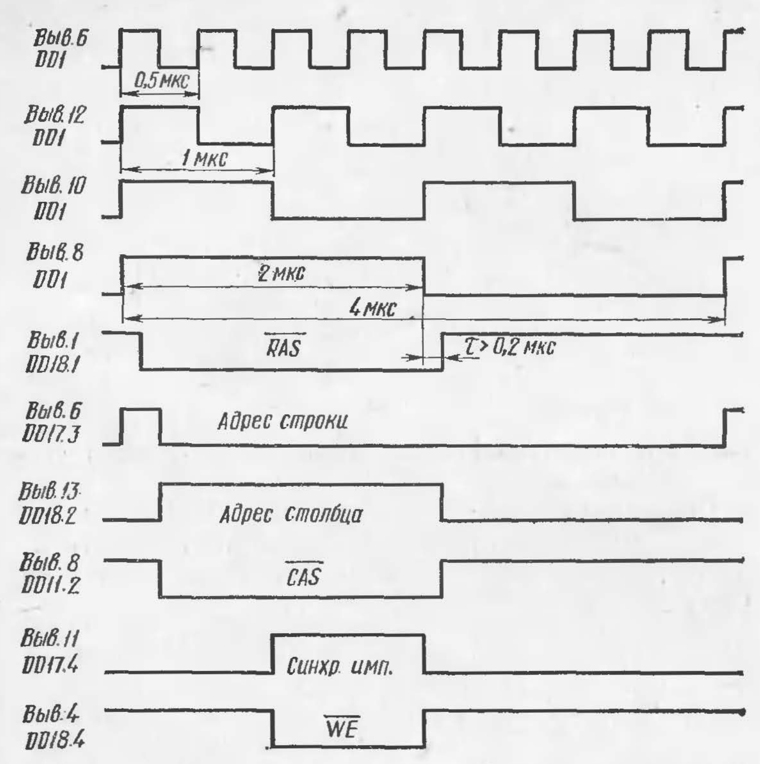


Рис. 4. Временные диаграммы напряжений в блоке задержки

Под действием этого сигнала выводы *14* принимают высокоомное состояние, не мешающее выдаче сигнала из одной БИС памяти, находящейся в данный момент в работе. Считывание сигнала из памяти разрешается после принятия сигналом $\overline{CAS}$ уровня логического 0. Под действием фронта вспомогательного синхроимпульса, вырабатываемого элементами *DD18.3* и *DD17.4*, сигнал из памяти переписывается в *D*-триггер *DD3.2* (см. рис. 2) и сохраняется в нем неизменным на протяжении периода тактовой частоты.

Запись входного сигнала происходит в ту же ячейку, из которой было произведено считывание, и осуществляется путем установки сигнала $\overline{WE}$ в состояние логического 0 (см. рис. 4). После осуществления записи состояние счетчика адресов изменяется на логическую 1, и

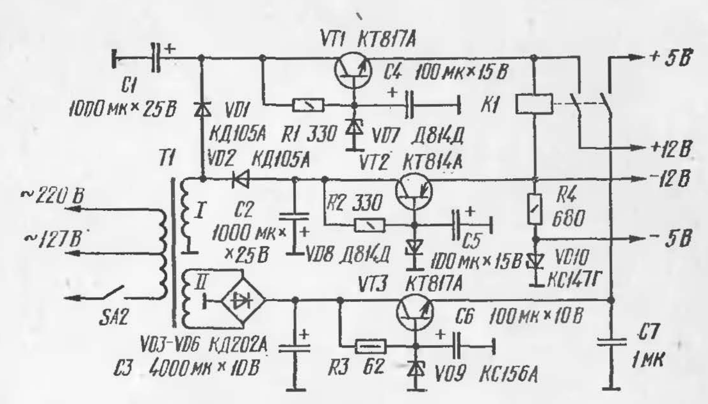


Рис. 5. Принципиальная схема блока питания

процедура считывания-записи повторяется, но уже с другой ячейкой памяти.

Цепочка *R22C13C14* обеспечивает задержку подачи сигнала $\overline{RAS}$ относительно фронта тактовой частоты на время, большее 200 нс, что необходимо для надежной фиксации адреса в БИС.

Описанный выше алгоритм работы БЗ исключает необходимость регенерации содержимого ячеек. Регенерация происходит автоматически, так как обращение к памяти происходит каждые 4 мкс, что значительно меньше гарантируемого по ТУ времени хранения (для микросхемы К565РУ3А максимальное время хранения 2 мс). Подробнее о работе динамической памяти можно прочитать в журнале «Радио» за 1983 г. № 10.

Для питания устройства необходимы четыре напряжения: ±5 В и ±12 В. Принципиальная схема источника питания приведена на рис. 5. Особенностью источника является наличие электромагнитного реле *K1*, включающего напряжения +5 В и +12 В только после того, как установится напряжение —5 В. Это напряжение подается на подложку БИС, и если его не подать заранее, то при подключении +5 В может произойти тепловое разрушение кристалла микросхемы и она выйдет из строя.

Напряжение +12 В и —12 В получаются от одной обмотки трансформатора путем однополупериодного выпрямления с помощью диодов *VD1* и *VD2*. Эти напряжения стабилизируются простейшими стабилизаторами на транзисторах *VT1*, *VT2* и стабилитронах *VD7*, *VD8*,

Напряжение —5 В снимается со стабилитрона *VD10*, подключенного через гасящий резистор к шине —12 В. Для получения напряжения +5 В при токе 0,7 А служат отдельная обмотка трансформатора и мостовой выпрямитель на диодах *VD3—VD6*. Стабилизируется это напряжение с помощью аналогичного стабилизатора на стабилитроне *VD9* и транзисторе *VT3*. Мощность, рассеиваемая транзистором *VT3*, составляет 1,5 В, поэтому его необходимо установить на радиатор общей площадью не менее 100 см². В качестве сетевого трансформатора *T1* можно использовать унифицированный трансформатор ТН-12, ТН-13, ТН-30 или любой другой, имеющий две вторичные обмотки с номинальным напряжением 12 и 6 В и током 0,1 и 1 А соответственно. Можно изготовить его и самостоятельно, использовав железо типоразмера Ш 18×25. Первичная обмотка содержит 2000 витков провода ПЭЛ 0,2 с отводом от 1155 витка для подключения к сети с напряжением 127 В. Вторичная обмотка *I* содержит 110 витков провода ПЭЛ 0,3, обмотка *II* — 55 витков провода ПЭЛ 0,69. Электромагнитное реле РЭС-47 может быть заменено любым реле, имеющим две пары контактов на замыкание и напряжение срабатывания в пределах 20...24 В. Контакты, подключающие источник +5 В, должны выдерживать постоянный ток силой в 1 А. Применяемые транзисторы должны иметь $h_{21_э} > 30$. Возможна замена транзисторов КТ817А на КТ817Б, В, Г или на КТ815А, Б, В, Г, транзистор КТ814А может быть заменен на КТ816 с любым буквенным индексом. Диоды КД202А могут заменяться на диодную сборку КЦ405, диоды КД105А — на Д226, Д7. Все электролитические конденсаторы — К50-6, резисторы — МЛТ с точностью ±10 %.

Источник питания собирается на отдельной плате из фольгированного стеклотекстолита размерами 170× ×120 мм. Монтаж деталей выполняется с помощью вырезанных в фольге площадок, возможен объемно-навесной монтаж.

Образец ревербератора был смонтирован на плате из фольгированного стеклотекстолита размерами 170× ×120 мм. В плате были высверлены отверстия под все детали, предварительно рационально размещенные по ее площади. Затем, с помощью травления в хлорном железе, были изготовлены контактные площадки вокруг всех просверленных отверстий и разведено питание к

микросхемам с помощью дорожек шириной не менее 2 мм. Монтаж устройства производился навесным способом проводом МГТФ путем соединения контактных площадок. При монтаже особое внимание следует уделить минимизации длины проводов и их изгибов. Все неиспользуемые выводы микросхем надо оставить свободными. На монтажной плате на каждые четыре корпуса микросхем должен быть установлен блокировочный конденсатор емкостью 0,01...0,22 мкФ типа КМ-5, КМ-6. Рядом с каждой БИС памяти по два таких конденсатора для +5 В и +12 В.

З а м е н а   д е т а л е й. Все микросхемы серии 155 могут быть заменены на микросхемы серии 133. Операционные усилители К140УД6 можно заменить практически на любые ОУ широкого применения: К140УД1Б, К140УД7, К140УД8, К544УД1, К544УД2. Компаратор напряжения К544САЗА может быть заменен на К544САЗБ или К521САЗА, Б. В крайнем случае подойдут быстродействующие усилители К574УД1Б или 154УД2, включенные по схеме компаратора. БИС памяти могут быть заменены на К565РУЗБ или К565РУ6, в последнем случае напряжение +12В и —5 В на них подавать не нужно. Можно использовать и БИС К565РУ1, но в этом случае понадобится некоторая переделка схемы и потребуется 16 корпусов памяти вместо четырех.

Н а л а ж и в а н и е ревербератора начинают с проверки работоспособности генератора. Исправный генератор должен давать сигнал частотой около 4 МГц. При необходимости частоту можно подстроить изменением емкости конденсаторов *C1, C2*. Далее проверяют соответствие сигналов на выходах элементов *DD1.3—DD1.6* сигналам, изображенным на рис. 4.

Проверку АЦП и ЦАП начинают с проверки входного усилителя. Для этого на вход усилителя подают синусоидальный сигнал номинального уровня и контролируют осциллографом его прохождение на выход. При увеличении амплитуды входного сигнала до 600 мВ должен загореться светодиод *VD5* и произойти ограничение амплитуды выходного сигнала. Затем резистор *R12* подключают к выводу *5* элемента *DD3.1* и проверяют работоспособность преобразователей. Если ошибок в монтаже нет, сигнал на эмиттере транзистора *VT1* будет повторять входной. В отсутствие входного сигнала

на выходе триггера *DD3.1* должен наблюдаться прямоугольный сигнал с тактовой частотой. АЧХ должна быть линейной до 5 кГц при подаче на вход сигнала с амплитудой 50 мВ. Особенностью и недостатком примененного способа преобразования сигнала является малая скорость нарастания напряжения, что приводит к значительным динамическим искажениям сигнала. Искажения возникают только в цепи задержанного сигнала, поэтому при суммировании с входным сигналом происходит некоторая маскировка искажений, снижающая их заметность. Для снижения искажений желательно увеличить тактовую частоту, а емкости конденсаторов *C4* и *C7* — уменьшить, но в этом случае уменьшится общее время задержки в ревербераторе и для его увеличения надо будет увеличивать число корпусов БИС памяти. Можно уменьшить емкости конденсаторов *C4* и *C7* в 1,5...3 раза без увеличения частоты, в этом случае увеличится уровень шума. Радикального снижения шума можно будет достигнуть применением адаптивных дельта-преобразователей, автоматически подстраивающих скорость нарастания напряжения под входной сигнал и минимизирующих таким образом собственный шум и искажения. Адаптивные преобразователи гораздо сложнее приведенного выше, но с началом их серийного выпуска в виде отдельного корпуса эти сложности устраняются.

Проверку работы памяти проще всего осуществить на слух, полностью собрав ревербератор. В отсутствие входного сигнала на входе ревербератора должен прослушиваться легкий шум, увеличивающийся в нижнем положении движка потенциометра *R17*.

В выходном сигнале не должны прослушиваться низкочастотные пульсирующие звуки, указывающие на сбои или неисправность одной или нескольких БИС памяти. Если память сразу не заработала, необходимо убедиться в соответствии сигналов в схеме и сигналов, приведенных на рис. 4. Для их наблюдения лучше пользоваться двухлучевым осциллографом или обычным осциллографом, синхронизированным с передним фронтом тактового сигнала. Отыскание неисправности рекомендуется производить в следующем порядке: проверить наличие всех сигналов, указанных на схеме; проверить работу счетчика адресов; убедиться в правильной работе коммутатора и дешифратора. Никаких особенностей, отличающих настройку ревербератора от других цифровых устройств, не существует.

Вопросы конструктивного оформления в данной статье не рассматриваются, здесь авторы полностью полагаются на вкус радиолюбителя, подкрепленный имеющимися возможностями. Заметим лишь, что переменные резисторы *R17, R19* типа СП3А должны быть выведены вместе со светодиодом и галетным переключателем *SA1* на лицевую панель.

В заключение следует сказать, что описанный ревербератор может послужить основой для конструирования других интересных музыкальных эффектов.

СРЕДНЕВОЛНОВЫЙ ПРИЕМНИК ПРЯМОГО УСИЛЕНИЯ

В. Поляков

Радиовещательные приемники в настоящее время строят преимущественно по супергетеродинной схеме. Причин тому много — это и высокая чувствительность и селективность, мало изменяющиеся при перестройке и при смене диапазонов, высокая стабильность и повторяемость параметров при массовом производстве. Для приема в диапазоне коротких волн супергетеродинному приемнику трудно подыскать адекватную замену. Но для диапазона средних волн пригодны и значительно более простые приемники прямого усиления. Главный их недостаток — невысокая селективность. Зато они, как правило, дают лучшее качество приема, меньше шумят, не создают интерференционных свистов и не имеют побочных каналов приема. Добротность контуров в диапазоне СВ может достигать 200 и более, при этом полоса пропускания контура получается даже меньше, чем нужно для нормального приема АМ сигналов. Следовательно, контуры можно соединять в полосовые фильтры, формируя более или менее прямоугольную АЧХ радиотракта. Но сделать это трудно, поскольку контуры должны перестраиваться по диапазону, и многоконтурный приемник получается сложным в изготовлении и настройке.

Есть и другой путь повышения селективности приемника прямого усиления, довольно редко используемый. Он состоит в применении так называемого псевдосинхронного способа приема, при котором уровень сигнала на несущей частоте нужной станции поднимается в радиотракте узкополосным контуром. Амплитудный детектор приемника имеет свойство подавлять слабые сигналы мешающих станций в присутствии сильного полезного сигнала, и величина этого подавления пропорциональна квадрату отношения амплитуд мешающих и полезного сигналов (см.: Чистяков Н. И., Сидоров В. М. Радиоприемные устройства.— М. : Связь, 1974, § 13.3). Усилив несущую в несколько раз, можно получить весьма значительное подавление помех. Подъем несущей снижает и искажения при детектировании полезного сигнала. Но узкополосный контур, поднимающий несущую, неизбежно ослабит края боковых полос принимаемого сигнала, соответствующие верхним частотам звукового спектра. Этот недостаток легко устранить, обеспечив соответствующий подъем верхних частот в УНЧ после детектора. Именно такой путь повышения селективности и был выбран при разработке описываемого приемника.

Данный приемник предназначен для приема местных и мощных дальних станций в диапазоне СВ 530... 1600 кГц. По чувствительности он мало уступает супергетеродинам III—IV классов, но обеспечивает заметно лучшее качество приема. Селективность его, измеренная обычным односигнальным методом, довольно низка (10...20 дБ при расстройке на 9 кГц), однако мешающий сигнал в соседнем канале, равный по амплитуде полезному, подавляется благодаря описанному выше эффекту на 26...46 дБ. Выходная мощность встроенного УНЧ не превосходит 0,5 Вт, этого достаточно для прослушивания радиопередач через наушники или громкоговоритель в условиях обычной жилой комнаты (главное внимание при разработке обращалось не на громкость, а на качество звуковоспроизведения). Питается приемник от любого источника напряжением 9...12 В, потребляемый ток в режиме молчания не превосходит 10 мА. Более детально работу приемника разберем, обратившись к его принципиальной схеме, показанной на рис. 1.

Узкополосным контуром, подчеркивающим несущую принимаемого сигнала, служит контур магнитной антен-

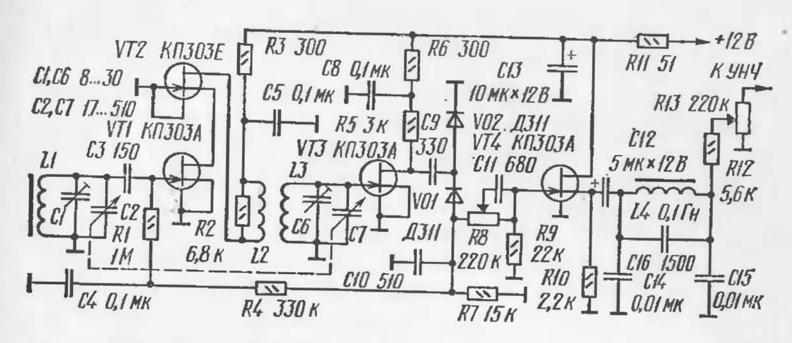


Рис. 1. Принципиальная схема приемника

ны $L1C1C2$ с добротностью не менее 200...250. Его полоса пропускания по уровню 0,7 составляет, при перестройке по диапазону, от 2,5 до 6 кГц. Выделенный контуром принимаемый сигнал подается на УРЧ, выполненный по каскодной схеме на полевых транзисторах *VT1* и *VT2*. Каскодный усилитель имеет высокое входное сопротивление и практически не шунтирует контур магнитной антенны, т. е. не снижает его добротности. Первый транзистор *VT1* выбран с малым напряжением отсечки (0,5... 3 В), а второй *VT2* — со значительно бо́льшим (8 В). Это позволило соединить с общим проводом затвор второго транзистора и обойтись в усилителе минимумом деталей. Общий ток стоков усилителя равен начальному току стока $I_{с.нач}$ первого транзистора (0,5...2,5 мА), а его стоковое напряжение равно напряжению смещения второго транзистора (2...4 В). Нагрузкой каскодного усилителя служит второй перестраиваемый резонансный контур *L3C6C7*, связанный с выходом усилителя через катушку связи *L2*. Этот контур имеет значительно меньшую добротность (не более 100...120) и пропускает спектр АМ сигнала лишь с небольшим ослаблением на краях боковых полос. Введение в приемник еще одного контура необходимо потому, что, как показала практика, селективности одного контура магнитной антенны недостаточно для полной отстройки от сигналов мощных местных станций, даже далеко отстоящих по частоте от частоты настройки приемника. Кроме того, второй контур резко ограничивает полосу, а следовательно, и мощность шума, поступающего от УРЧ на детектор. Конструктивно же ввести второй контур легко, посколь-

ку подавляющее большинство КПЕ выпускается в виде сдвоенных блоков.

Второй, апериодический, каскад УРЧ собран на полевом транзисторе *VT3*. Он нагружен на диодный детектор *VD1*, *VD2*, выполненный по схеме с удвоением напряжения. Сигнал АРУ отрицательной полярности с нагрузки детектора — резистора *R7* через фильтрующую цепочку *R4C4* подается на затвор первого транзистора УРЧ *VT1* и запирает его при приеме мощных станций. При этом уменьшается общий ток каскодного усилителя и его усиление. Емкость блокировочного конденсатора *C10*, шунтирующего нагрузку детектора, выбрана небольшой. Это очень существенно, поскольку подавление помех в детекторе происходит только при условии, что на нагрузке детектора выделяется разностная частота биений между несущими полезной и мешающей станций. Продетектированный звуковой сигнал через корректирующую цепочку *R8R9C11* поступает на затвор истокового повторителя *VT4*. Перемещая движок резистора *R8*, можно изменять величину подъема верхних частот звукового спектра, ослабленных контуром магнитной антенны. Этот переменный резистор успешно служит и регулятором тембра. Истоковый повторитель *VT4* согласует выход детектора с ФНЧ *L4C14C15C16*. ФНЧ имеет полосу пропускания около 7 кГц и полюс (т. е. максимум) затухания на частоте 9 кГц, соответствующей частоте биений между несущими станций, работающих в соседних частотных каналах. ФНЧ фильтрует эту и другие частоты биений полезного сигнала с помехами и тем самым дополнительно повышает двухсигнальную селективность приемника. На выходе ФНЧ через согласующий резистор *R12* подключен регулятор громкости *R13*. Резистор *R12* нужен лишь для того, чтобы выход ФНЧ не замыкался регулятором при самых малых уровнях громкости. К выходу приемника можно подключить любой УНЧ или вход усилителя записи магнитофона. Регулятор громкости *R13* в этом случае не нужен, выходной сигнал снимают с конденсатора ФНЧ *C15*, а резистор *R12* переносят на вход ФНЧ и включают последовательно с разделительным конденсатором *C12*.

Собственный УНЧ приемника выполнен по несложной схеме, показанной на рис. 2. Транзистор *VT1* усиливает напряжение входного сигнала. Выходной каскад — усилитель мощности — представляет собой двухтактный

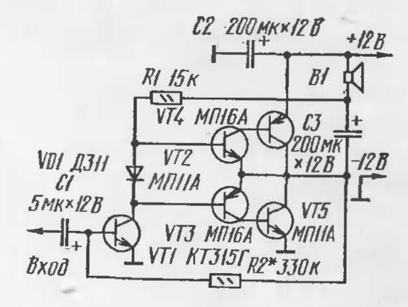


Рис. 2. Принципиальная схема УНЧ

повторитель сигнала, собранный на составных транзисторах различного типа проводимости. Диод *VD1*, включенный в коллекторную цепь предварительного усилителя *VT1*, создает на базах транзисторов выходного каскада небольшое начальное смещение, которое необходимо для уменьшения искажений типа «ступенька». Чтобы выходные транзисторы полнее открывались при положительных полупериодах сигнала, когда ток транзистора *VT1* уменьшается, использована вольтодобавка — положительная обратная связь через резистор нагрузки предварительного усилителя *R1*, подключенный к проводу питания через динамическую головку *B1*, к которой приложено выходное напряжение усилителя. Вольтодобавка делает симметричными обе полуволны напряжения на выходе усилителя, снижая, таким образом, нелинейные искажения. Искажения уменьшаются и цепью ООС через резистор *R2*, стабилизирующий одновременно и режим усилителя по постоянному току. При малых громкостях ООС возрастает благодаря несколько необычной схеме включения регулятора громкости (*R13* на рис. 1), еще более снижая искажения. Действительно, глубина ООС определяется отношением сопротивления между движком и верхним по схеме выводом регулятора громкости к сопротивлению резистора *R2* (см. рис. 2). При перемещении движка вниз первое из упомянутых сопротивлений возрастает, увеличивая глубину ООС.

В приемнике желательно использовать транзисторы именно тех типов, которые указаны на принципиальной схеме рис. 1. В крайнем случае вместо КП303А можно применить КП303Б, В, И, Ж. Вместо КП303Е можно попытаться применить КП303Г, Д. Диоды *VD1*, *VD2* — любые высокочастотные германиевые. Сдвоенный блок КПЕ можно взять от любого радиовещательного приемника. Очень удобны блоки со встроенным верньером, облегчающим настройку на радиостанции. Резисторы и конденсаторы могут быть любых типов, подстроечные

конденсаторы *C1* и *C6* — типа КПК-М. Для магнитной антенны подойдет стержень из феррита с магнитной проницаемостью 400...1000. Его длина может быть в пределах 140...180 мм, диаметр 8...10 мм. Для получения максимально возможной добротности катушку магнитной антенны *L1* следует намотать литцендратом ЛЭШО 21×0,07 или, в крайнем случае, ЛЭШО 7×0,07. Если нельзя найти литцендрат, следует скрутить вместе 15...20 проводников типа ПЭЛ 0,1 и полученным жгутом намотать катушку. При зачистке и пайке литцендрата следует внимательно следить, чтобы не осталось оборванных или не пропаянных жилок. Катушку наматывают на картонном каркасе с толщиной стенок 0,5...1 мм. Каркас должен с небольшим трением передвигаться по ферритовому стержню. Намотку ведут виток к витку, число витков составляет 45...55 (меньшее число соответствует большим размерам и большей магнитной проницаемости сердечника). Для защиты от влаги каркас с катушкой можно пропитать расплавленным парафином. Для катушек *L2* и *L3* подойдет стандартная арматура — броневой сердечник с экраном от контуров ПЧ портативных приемников, например приемника «Сокол». Катушка связи *L2* содержит 30, а контурная катушка *L3* — 90 витков провода ПЭЛ 0,1. Расположение катушек на общем каркасе особого значения не имеет.

Катушка ФНЧ *L4* индуктивностью 0,1 Гн намотана на кольце внешним диаметром 16 мм и высотой 5 мм (К16×8×5) из феррита 2000НМ. Она содержит 260 витков любого изолированного провода диаметром 0,1... 0,25 мм. Можно подобрать и готовую катушку, например одну из обмоток переходного или выходного трансформатора от УНЧ портативных приемников. Подсоединив параллельно катушке конденсатор емкостью 5000 пФ и осциллограф, подают на получившийся контур сигнал звукового генератора через резистор сопротивлением 100 кОм...1 МОм. Определяя резонансную частоту контура по максимуму напряжения на нем, следует подобрать такую катушку (или ее число витков), чтобы резонанс наблюдался на частоте 6,5...7 кГц. Эта частота и будет частотой среза ФНЧ. При отсутствии подходящей катушки ее можно заменить (с худшими результатами, разумеется) резистором сопротивлением 2,2 кОм. Конденсатор *C16* в этом случае исключается.

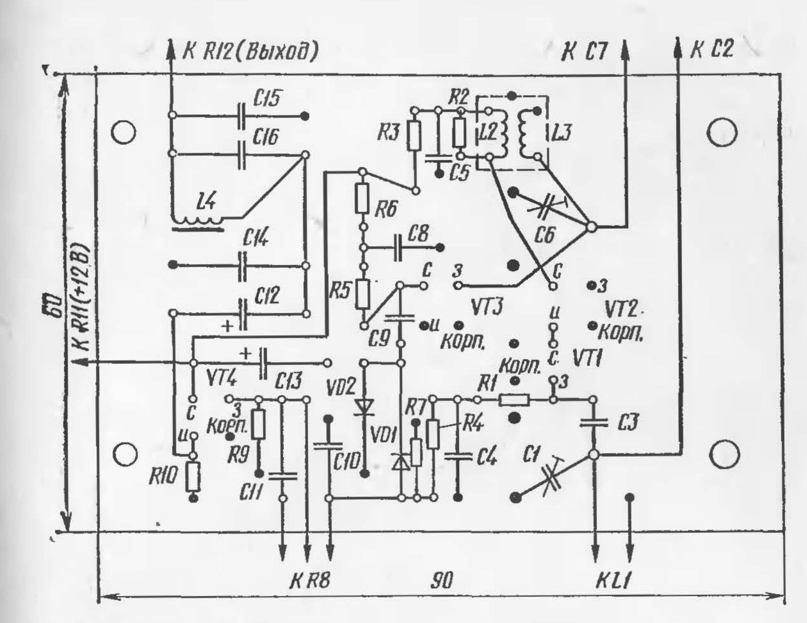


Рис. 3. Плата приемника

УНЧ приемника можно собрать на самых разных транзисторах. В качестве *VT1* подойдет КТ315, КТ301, КТ201 с любым буквенным индексом или любой другой кремниевый маломощный *n-p-n* транзистор. Желательно, чтобы его коэффициент передачи был не менее 100. Для выходного каскада пригодны любые германиевые низкочастотные маломощные транзисторы соответствующего типа проводимости, например МП10, МП11, МП37, МП14 — 16, МП39 — 42. Для уменьшения искажений полезно подобрать примерно равными коэффициенты передачи тока пар транзисторов *VT2* и *VT3*, а также *VT4* и *VT5*. Диод *VD1* — любой маломощный германиевый. Остальные детали могут быть любых типов. Динамическая головка *B1* — любого типа с сопротивлением 4...16 Ом. Однако, чтобы реализовать хорошее качество приема, лучше применить достаточно мощную широкополосную головку в корпусе больших размеров или готовую акустическую систему промышленного изготовления.

Приемник (без УНЧ) смонтирован на печатной плате, эскиз которой приведен на рис. 3. Собственно прово-

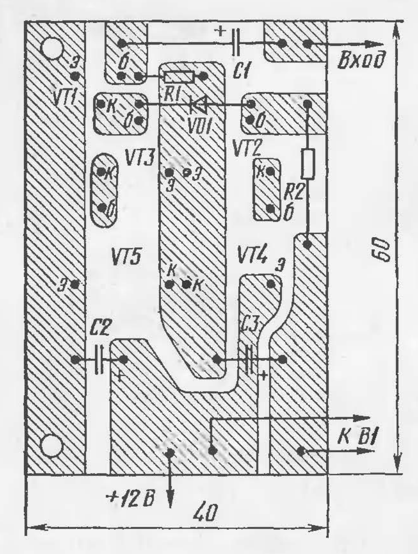


Рис. 4. Плата УНЧ

дящих дорожек на плате нет — фольга, служащая общим проводом, занимает всю ее поверхность (плата показана со стороны фольги). Выводы деталей пропускаются, как обычно, в отверстия платы. Те выводы, которые по схеме должны соединяться с общим проводом, припаиваются к фольге. Точки пайки показаны на эскизе зачерненными кружками. Другие выводы соединяются, в соответствии со схемой, одножильным проводом в изоляционных трубочках, проложенным прямо по поверхности фольги. Во избежание замыканий отверстия под эти выводы надо раззенковать — они показаны на эскизе светлыми кружками. Такой печатно-навесной монтаж легко выполнить; кроме того, благодаря большой площади «заземленной» фольги уменьшаются паразитные связи между отдельными каскадами, а следовательно, и опасность самовозбуждения приемника. УНЧ приемника смонтирован на отдельной плате (рис. 4) с применением самого обычного печатного монтажа. Рисунок дорожек несложен, и плату легко изготовить с помощью острого ножа, не прибегая к химическому травлению.

Конструктивное выполнение приемника может быть самым разным, например в корпусе абонентского трансляционного громкоговорителя, использовав имеющуюся в нем динамическую головку. Возможен вариант выполнения приемника и в виде отдельной конструкции, подключаемой к громкоговорителю или акустической системе. Рекомендуемое расположение плат, магнитной антенны и органов управления показано на рис. 5 (вид сверху, со стороны деталей). Конструкция шкалы приемника также может быть любой, в соответствии со вкусами и возможностями радиолюбителя. Для крепления

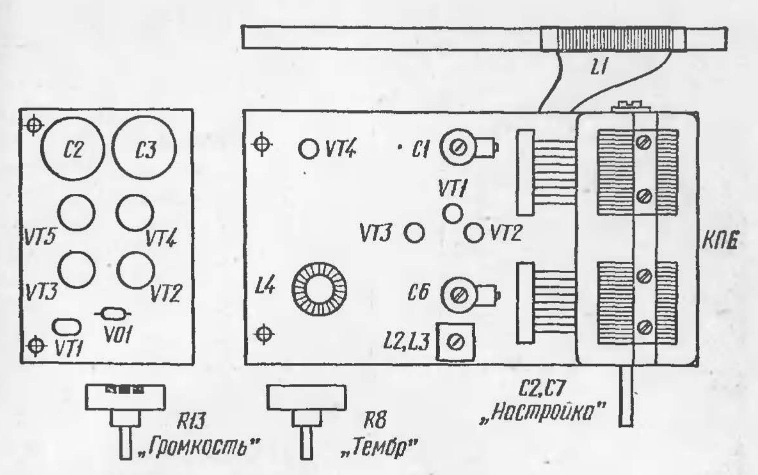


Рис. 5. Примерная конструкция приемника

магнитной антенны предпочтительнее использовать пластмассовую арматуру, чтобы не вносить дополнительных потерь, снижающих добротность входного контура. Если для питания приемника будет использован сетевой блок, его следует расположить левее платы УНЧ (см. рис. 5), подальше от магнитной антенны. Если сетевой трансформатор создает большое поле рассеяния, возможны наводки фона переменного тока на катушку ФНЧ приемника *L4*. Их можно ослабить, подобрав взаимную ориентацию катушки и трансформатора, увеличив расстояние между ними и, наконец, заэкранировав катушку магнитным экраном. Наводки от сетевого трансформатора резко уменьшаются, если его перемотать, увеличив на 15...20 % числа витков всех обмоток.

Налаживание приемника начинают с УНЧ. Подав напряжение питания 9...12 В, подбирают сопротивление резистора *R2* таким, чтобы напряжение на коллекторах транзисторов *VT4* и *VT5* равнялось половине напряжения питания. Включив миллиамперметр в разрыв провода питания, подбирают тип и экземпляр диода (*VD1* на рис. 2) до получения тока покоя не более 4...5 мА. Если ток покоя чрезмерно велик и уменьшить его таким способом не удается, можно включить параллельно несколько диодов или зашунтировать диод резистором с сопротивлением 150...300 Ом. Не следует отпаивать диод при включенном УНЧ, поскольку при этом резко

возрастает потребляемый ток и оконечные транзисторы могут выйти из строя.

Подключив приемник, проверяют напряжения на истоке транзистора *VT4* (2...4 В) (см. рис. 1), стоке транзистора *VT3* (3...5 В) и точке соединения стока транзистора *VT1* с истоком транзистора *VT2* (1,5...3 В). Если напряжения находятся в указанных пределах, приемник работоспособен и можно попытаться принять сигналы станций. Нижнюю границу диапазона (530 кГц) устанавливают, передвигая катушку *L1* по стержню магнитной антенны. Лучше всего это сделать, принимая мощную радиостанцию второй общесоюзной программы «Маяк» на частоте 549 кГц — она должна прослушиваться при почти полностью введенных роторных пластинах КПЕ. На частоте этой станции сопрягают настройки контуров приемника, регулируя индуктивность катушки *L3* подстроечным сердечником по максимальной громкости приема. Затем, приняв какую-нибудь станцию в коротковолновом участке диапазона (роторные пластины КПЕ выведены), повторяют операцию сопряжения, регулируя емкость подстроечных конденсаторов *C1* и *C6*. Для более точной подстройки контуров следует повторить операцию сопряжения 2—3 раза поочередно на низкочастотном и высокочастотном краях диапазона. При самовозбуждении УРЧ, проявляющемся в виде свиста и искажений при приеме станций, надо уменьшить сопротивление резистора *R2* и постараться рациональнее расположить проводники, ведущие к статорным пластинам КПЕ (они должны быть по возможности короткими, располагаться подальше друг от друга и поближе к «заземленной» поверхности платы). В крайнем случае эти провода придется заэкранировать.

Для более точной настройки на частоту радиостанции приемник можно оснастить индикатором настройки — стрелочным прибором, включенным в разрыв провода питания каскодного УРЧ последовательно с резистором *R3*. Подойдет любой прибор с током полного отклонения не более 1...2 мА. Прибор надо зашунтировать резистором, сопротивление которого подбирают так, чтобы стрелка отклонялась на всю шкалу при отсутствии принимаемого сигнала. Когда же принимается сигнал радиостанции, система АРУ запирает УРЧ и отклонение стрелки уменьшается, индицируя силу сигнала.

Испытания приемника в условиях Москвы дали довольно хорошие результаты. В дневное время принимались практически все местные станции, прослушиваемые на любом транзисторном приемнике супергетеродинного типа. В вечернее и ночное время, когда на СВ открывается дальнее прохождение, принималось много станций, удаленных на несколько тысяч километров. Из-за низкой односигнальной селективности несколько станций могут прослушиваться одновременно, но при точной настройке на достаточно сильный сигнал заметен эффект «подавления», и программа прослушивается чисто или лишь с небольшими помехами.

ЦИФРОВАЯ ТЕХНИКА И АВТОМАТИКА В БЫТУ

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АВТОМАТ СВЕТОВЫХ ЭФФЕКТОВ

А. Золотарев, В. Мельник, Ю. Поздняков

В последнее время для светового оформления помещений культурно-зрелищных учреждений, а также для целей рекламы получили широкое распространение различные автоматы световых эффектов, позволяющие получить определенные светодинамические композиции за счет переключения источников света по заданной программе.

Описанные в литературе [1, 2] автоматы-переключатели источников света при всех их несомненных достоинствах обладают одним весьма существенным недостатком — с их помощью можно получить весьма небольшое количество различных световых эффектов. Обычно функциональные возможности таких устройств ограничены способностью формирования одного, гораздо реже — двух или более различных световых эффектов. Этого явно недостаточно, поскольку монотонное многократное повторение одного и того же эффекта раздражающе воздействует на психику человека, вызывая его быстрое утомление. Непроизвольная продолжительная фиксация внимания на наблюдении единственного светового эффекта, таким образом, не осуществляется, психологический эффект от его воздействия отрицателен и поэтому такие устройства, по существу, не оправдывают своего назначения.

Исходя из этого, одним из основных требований к автоматам для создания световых эффектов следует считать расширение их функциональных возможностей за счет увеличения количества реализуемых ими различных эффектов. Правомерность такой постановки вопроса подтверждается практикой: широко применяемые в настоящее время при оформлении клубов, танцплощадок, дискотек автоматы световых эффектов, как правило, рассчитаны на формирование нескольких различных

программ переключения источников света. Иногда для такой цели применяются два и более автономных устройства с независимыми источниками света, что значительно усложняет как монтаж, так и обслуживание аппаратуры. Поэтому задачу разработки автомата световых эффектов с расширенным перечнем программ переключения источников света следует считать безусловно актуальной. Увеличение числа программ, естественно, усложнит устройство, однако при использовании современной элементной базы цифровой техники некоторое увеличение аппаратурных затрат, не столь уж значительное, является вполне оправданным и окупается резким улучшением эксплуатационных качеств устройств и, как следствие — расширением области его возможного применения.

В настоящей статье вниманию читателей предлагается доступный для массового повторения автомат световых эффектов, позволяющий с помощью сравнительно простых технических средств получить восемь различных программ переключения четырех независимых источников света — ламп накаливания или групп ламп. Общее количество источников света без внесения каких-либо изменений в схему и конструкцию устройства может быть многократно увеличено путем их группировки за счет параллельного или последовательного включения отдельных ламп в каждом канале и объединения их в гирлянды. Обслуживание автомата максимально упрощено за счет предусмотренной в устройстве возможности автоматического выбора или перебора реализуемых программ переключения источников света, поэтому для его эксплуатации не требуется квалифицированный оператор, и обслуживать устройство вполне под силу неподготовленному персоналу.

Автомат может работать в одном из трех режимов. Первый режим предусматривает непрерывный автоматический последовательный перебор всех запрограммированных комбинаций, причем каждая из программ переключения источников света (каждый световой эффект) повторяется по восемь раз, после чего осуществляется переход к следующей программе и, соответственно, к другому эффекту. Этот режим наиболее универсален и может применяться при использовании описанного автомата для светового оформления дискотек, танцплощадок, а также для переключения елочных гирлянд.

Во втором режиме планируется непрерывное повторение одной произвольно выбранной оператором программы переключения источников света. Этот режим описываемого автомата соответствует максимуму функциональных возможностей большинства его аналогов. Очевидно, что этот режим сужает возможности устройства, однако его реализация была предусмотрена с целью обеспечить возможность использования автомата для рекламно-оформительных целей. Так, например, фиксированный режим повторения программы «бегущие огни» целесообразно использовать при оформлении витрин, для переключения елочных гирлянд, праздничной иллюминации и т. д.

Третий режим обеспечивает постоянное свечение всех источников света (или групп источников света) и незаменим для поиска перегоревших ламп, особенно при большом количестве подключенных к автомату ламп накаливания.

Как уже сказано выше, описанный автомат реализует восемь программ переключения четырех независимых источников света, реализующих, соответственно, восемь различных световых эффектов: 1 — бегущие огни; 2 — реверс бегущих огней; 3 — бегущее выключение; 4 — реверс бегущего выключения; 5 — мерцание; 6 — накапливающееся включение (включение в первый момент времени первого источника света, затем — первого и второго, далее — первого, второго и третьего и т. д.); 7 — реверс накапливающегося включения; 8 — попеременное включение источников света первого, третьего и второго, четвертого. При повторении предложенного устройства имеется возможность осуществить и какие-либо иные световые эффекты, выбор которых ограничивается исключительно фантазией изготовителя устройства.

Принципиальная схема многофункционального автомата световых эффектов приведена на рис. 1.

Автомат состоит из задающего генератора импульсов (*DD1.1*, и *DD1.2*), формирователя короткого импульса (*DD1.3* и *DD1.4*), схемы выбора светового эффекта (*DD2, DD3*), постоянного программируемого запоминающего устройства (ППЗУ, *DD4*) и оптоэлектронных ключей (*DA1, DA2*) для управления тиристорами (*VS1—VS4*), включенными в цепи источников света — ламп накаливания (*HL1—HL4*). Все узлы и блоки

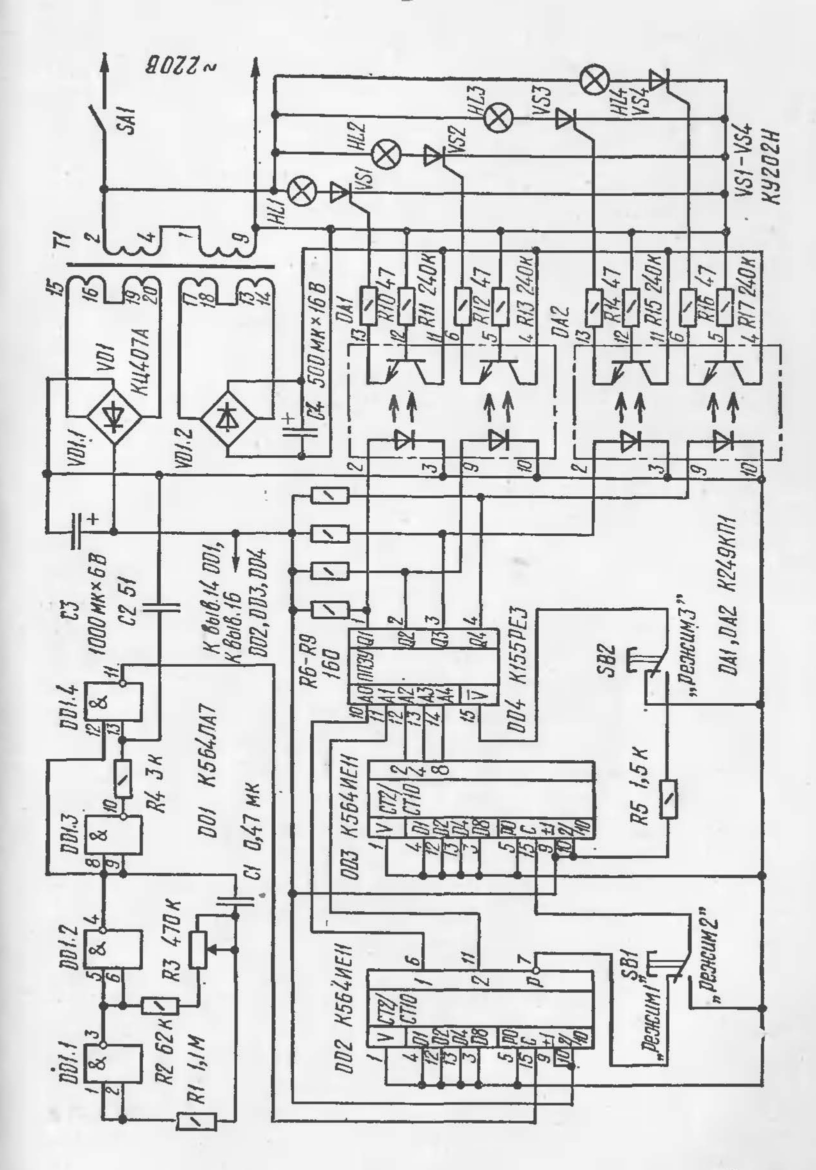


Рис. 1. Принципиальная схема автомата

устройства, кроме ламп накаливания, запитаны от источника постоянного напряжения.

Устройство работает следующим образом.

После подачи питания задающий генератор импульсов, собранный на логических элементах И-НЕ *DD1.1*, *DD1.2*, начинает вырабатывать импульсы, частоту которых можно изменять переменным резистором *R3* в пределах 4...35 Гц. Короткие импульсы, сформированные из выходных импульсов задающего генератора формирователем коротких импульсов, собранным на логических элементах И-НЕ *DD1.3* и *DD1.4*, поступают на счетный вход счетчика *DD2*. Выходы *1* и *2* этого счетчика соединены, соответственно, с адресными входами А0 и А1 ППЗУ *DD4* (см. рис. 1). Счетчик *DD2* обеспечивает последовательный перебор четырех кодов, поступающих на адресные входы ППЗУ, содержащего коды очередной комбинации.

С адресными рядами *А2, А3, А4* ППЗУ *DD4* соединены выходы *2, 4* и *8* счетчика *DD3* соответственно (см. рис. 1). В первом режиме (положение «Режим 1» переключателя *SB1*) на счетный вход счетчика *DD3* поступает последовательность импульсов с выхода переноса счетчика *DD2* (каждый шестнадцатый импульс формирователя коротких импульсов), а адрес кода очередной хранимой в ППЗУ программы переключения источников света, реализующей определенный световой эффект, формируется на выходах *2, 4, 8* счетчика *DD3*. Поэтому переход к адресу очередной программы переключения источников света происходит по каждому второму импульсу с выхода переноса счетчика *DD2*, таким образом, каждая программа переключения и каждый световой эффект в первом режиме работы устройства повторяются 32 : 4 = 8 раз.

При установке переключателя *SB1* в положение «Режим 2» счетные импульсы перестанут поступать на счетный вход счетчика *DD3*, при этом прекратится процесс перебора кодов программ переключения источников света и зафиксируется программа переключения источников света, адрес которой был сформирован на выходах *2, 4, 8* счетчика *DD3* в момент переключения переключателя *SB1*. Эта световая программа и будет повторяться до тех пор, пока переключатель *SB1* не будет возвращен в положение «Режим 1», что дает возможность оператору своевременным переключением тумблера *SB1* остановить перебор комбинаций и установить повторение одного из световых эффектов.

На выходах *Q1—Q4* ППЗУ *DD4* формируются коды комбинаций, поступающие на светодиоды оптронных пар *DA1, DA2*. Принцип управления тиристорами *VS1—VS4* состоит в следующем. Если на светодиод подается единичный уровень напряжения, то он загорается и открывает соответствующий оптически связанный с ним фототранзистор оптронной пары, подключенный к управляющему электроду тиристора. При этом тиристор открывается и загорается включенная последовательно с ним лампа накаливания или группа ламп.

В положении «Режим 3» переключателя *SB2* на всех выходах Q1—Q4 ППЗУ *DD4* будут сформированы напряжения, соответствующие уровню логической 1, что вызовет свечение всех четырех светодиодов оптронных пар *DA1, DA2*. В результате откроются все фототранзисторы оптронных пар, управляющие работой тиристоров *VS1—VS4*, что приведет к одновременному открытию всех тиристоров и свечению всех четырех ламп накаливания *HL1—HL4* или групп ламп. Постоянное свечение всех четырех источников света будет продолжаться до тех пор, пока переключатель *SB2* не будет возвращен в исходное состояние. Этот режим дает возможность оператору быстро определить наличие и расположение перегоревших ламп, оперативно заменить или проверить их работу.

Блок питания многофункционального автомата световых эффектов собран по схеме, показанной на рис. 1, с применением унифицированного силового трансформатора ТПП-221-127/220-50 и вырабатывает два питающих напряжения: +5 В — для питания микросхем *DD1—DD4* и светодиодов оптронных пар *DA1, DA2* (ток потребления по этой цепи составляет 100 мА) и +10 В — для питания фототранзисторов и управления тиристорами *VS1—VS4* (ток потребления по этой цепи составляет 100...120 мА). Оба источника гальванически развязаны. Силовой трансформатор блока питания может быть изготовлен и самостоятельно, например, на сердечнике типа Ш16×20 или ином с площадью сечения не менее 320 мм². Первичная (сетевая) обмотка трансформатора (выводы *2, 9* по схеме рис. 1) содержит 2800 витков провода ПЭВ-1 диаметром 0,15 мм.

Вторичные обмотки (выводы *15, 20* и *14, 17* по схеме рис. 1) содержат, соответственно, 100 и 200 витков провода ПЭВ-1 диаметром 0,5 и 0,27 мм. Напряжения на вторичных обмотках и количество их витков могут отличаться от указанных на ±10 %.

В описанном устройстве использованы широко распространенные микросхемы общего применения [4], стандартные радиотехнические элементы и унифицированные узлы. Основой автомата являются микросхемы серий К564 и К155: *DD1* — К564ЛА7, четыре логических элемента И-НЕ; *DD2, DD3* — К564ИЕ11, четырехразрядный реверсивный двоично-десятичный счетчик; *DD4* — К155РЕ3, тридцатидвухадресное восьмиразрядное программируемое постоянное запоминающее устройство. Для развязки цепей управления в устройстве использованы оптронные пары светодиод — фототранзистор К249КП1 *(DA1, DA2)*. В блоке питания использована сборка выпрямительных диодов, включенных по мостовой схеме, КЦ407А *(VD1)*. Можно также использовать и мостик из любых других выпрямительных диодов с подходящими электрическими параметрами. Электролитические конденсаторы *C3, C4* могут быть К50-6, К50-3. Конденсаторы *C1, C2* — керамические КМ, КД, КТ. Резисторы — МЛТ-0,25 или любые другие малогабаритные. Переключатели — тумблер ТП1-2, ТВ1-2 или малогабаритные МТ1.

При отсутствии микросхем серии К564 можно применить однотипные микросхемы серии К561 или, в крайнем случае, микросхемы серии К155. Микросхему К564ЛА7 можно заменить на К155ЛА3, К564ИЕ11 — на К155ИЕ7. Схема включения этих микросхем показана на рис. 2 и 3. В этом случае потребляемый ток от источника питания с напряжением +5 В составит около 0,5 А, а схема блока питания может быть взята из [1] или [2].

Для управления лампами накаливания применены тиристоры КУ202Н, при этом ток нагрузки (цепи ламп накаливания) в каждом канале не должен превышать 2 А при мощности ламп в каждом канале около 200 Вт. При необходимости получить в нагрузке более высокую мощность тиристоры КУ202Н должны быть заменены на КУ208Г, тогда допускаемая сила тока в цепи ламп накаливания возрастает до 5 А. Суммарная мощность ламп в каждом канале при этом может быть увеличена до

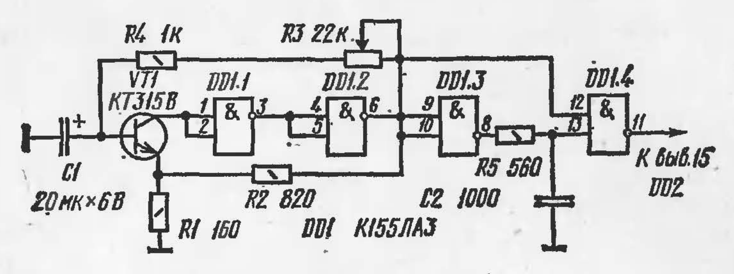


Рис. 2. Схема включения микросхемы К155ЛА3

500 Вт. Использование в схеме тиристоров Т10-10 дает возможность увеличить максимальный ток в каждом из каналов до 10 А и, соответственно, довести мощность ламп до 1,2 кВт на канал. Лампы накаливания, включенные в цепи тиристоров в качестве нагрузки, должны быть рассчитаны на рабочее напряжение 120...130 В. При этом возможны различные варианты включения ламп посредством их последовательно-параллельного соединения при условии, что суммарная мощность ламп в цепи не превышает допускаемой величины для тиристоров использованного в устройстве типа.

Информационная емкость используемого в устройстве ППЗУ К155РЕ3 позволяет управлять работой восьми независимых источников света при соответствующем расширении схемы управления лампами накаливания. Для этого необходимо добавить еще два оптоэлектронных ключа К249КП1 и четыре тиристора КУ202Н, что позволит еще более разнообразить перечень реализуемых устройством световых эффектов. При этом дополнительные оптоэлектронные ключи подключаются к выходам *Q5, Q6, Q7, Q8* ППЗУ *DD4*, а соответствующие выходы оптоэлектронных ключей через резисторы подключаются к управляющим входам четырех дополнительных тиристо-

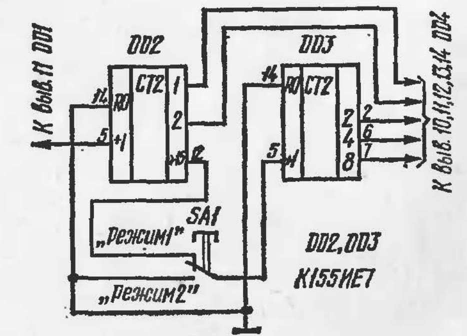


Рис. 3. Схема включения микросхемы К155ИЕ7

ров, включенных в цепи управления дополнительных четырех ламп накаливания.

Карта программирования ППЗУ представлена в табл. 1 (рис. 4). При таком программировании ППЗУ реализуются перечисленные выше световые эффекты. Возможны и иные варианты программирования ППЗУ для реализации иных световых эффектов. Поскольку устройство может обеспечить любую программу переключения четырех источников света, то конкретный выбор программы определяется исключительно эстетическими запросами и фантазией пользователя.

Программирование ППЗУ на микросхеме *DD4* К155РЕ3 осуществляется путем подачи одиночных программирующих импульсов на выход соответствующего программируемого разряда и на вывод питания. При этом пережигаются соответствующие перемычки во внутренней шифраторной матрице микросхемы *DD4* К155РЕ3, что эквивалентно записи в нужные разряды единиц. Чаще всего программирование осуществляется с помощью автоматических и полуавтоматических установок, в которых предварительно откорректированные программы записи переносятся в память. В любительских условиях, когда нет необходимости в программировании большого числа микросхем, целесообразно использование ручного программатора с двумя переключателями, первым из которых устанавливают адрес слова, а вторым — номер разряда. Схема программатора и порядок программирования с наглядным примером пользования картой программирования подробно и доступно изложены в [3].

Монтаж схемы можно производить на макетной плате для микросхем либо на специально изготовленной печатной плате. При отсутствии ошибок в монтаже автомат налаживания не требует и начинает работать сразу же после включения питания.

При практической реализации устройства большое значение имеет взаимное расположение источников света. Весьма эффективно совместное использование описанного устройства в сочетании с цветомузыкальными установками, например [5], при условии, что цветомузыкальная установка имеет не менее четырех независимых каналов. Комбинация описанного автомата с цветомузыкальной установкой позволяет получить разнообразные аудиовизуальные программы высокой сложности и на-

Адрес					Код				Световой эффект				Примечание
A0	A1	A2	A3	A4	Q1	Q2	Q3	Q4	HL1	HL2	HL3	HL4	
0	0	0	0	0	1	0	0	0	●	○	○	○	„Бегущие огни"
0	0	0	0	1	0	1	0	0	○	●	○	○	
0	0	0	1	0	0	0	1	0	○	○	●	○	
0	0	0	1	1	0	0	0	1	○	○	○	●	
0	0	1	0	0	0	0	0	1	○	○	○	●	Реверс „бегущих огней"
0	0	1	0	1	0	0	1	0	○	○	●	○	
0	0	1	1	0	0	1	0	0	○	●	○	○	
0	0	1	1	1	1	0	0	0	●	○	○	○	
0	1	0	0	0	0	1	1	1	○	●	●	●	Бегущее выключение
0	1	0	0	1	1	0	1	1	●	○	●	●	
0	1	0	1	0	1	1	0	1	●	●	○	●	
0	1	0	1	1	1	1	1	0	●	●	●	○	
0	1	1	0	0	1	1	1	0	●	●	●	○	Реверс бегущего выключения
0	1	1	0	1	1	1	0	1	●	●	○	●	
0	1	1	1	0	1	0	1	1	●	○	●	●	
0	1	1	1	1	0	1	1	1	○	●	●	●	
1	0	0	0	0	1	1	1	1	●	●	●	●	Попеременное включение и выключение гирлянд
1	0	0	0	1	0	0	0	0	○	○	○	○	
1	0	0	1	0	1	1	1	1	●	●	●	●	
1	0	0	1	1	0	0	0	0	○	○	○	○	
1	0	1	0	0	1	0	0	0	●	○	○	○	„Накапливающееся" включение гирлянд
1	0	1	0	1	1	1	0	0	●	●	○	○	
1	0	1	1	0	1	1	1	0	●	●	●	○	
1	0	1	1	1	1	1	1	1	●	●	●	●	
1	1	0	0	0	1	1	1	1	●	●	●	●	Реверс „накапливающегося" включения гирлянд
1	1	0	0	1	1	1	1	0	●	●	●	○	
1	1	0	1	0	1	1	0	0	●	●	○	○	
1	1	0	1	1	1	0	0	0	●	○	○	○	
1	1	1	0	0	1	0	0	1	●	○	○	●	Попеременное включение 1,4 и 2,3 гирлянд
1	1	1	0	1	0	1	1	0	○	●	●	○	
1	1	1	1	0	1	0	0	1	●	○	○	●	
1	1	1	1	1	0	1	1	0	○	●	●	○	

Рис. 4. Карта программирования ППЗУ (табл. 1)

сыщенности при использовании общих для цветомузыкальной установки и автомата световых эффектов источников света. Так, например, при сопровождении музыкальных произведений просмотром цветовых эффектов с помощью цветомузыкальной установки в паузах целесообразно переключать источники света на выход автомата световых эффектов, что позволит получить большее разнообразие светодинамических композиций. Возможно также кратковременное переключение источников света на выход автомата световых эффектов и во время исполнения музыкального произведения. Однако при выполнении соединений источников света следует использовать для их перекоммутации контактные коммутаторы (сильноточные переключатели), чтобы избежать возможные замыкания управляющих цепей автомата световых эффектов и цветомузыкальной установки. Цветомузыкальная установка и автомат световых эффектов при этом функционируют как два отдельных независимых устройства, работающих на единую общую нагрузку — цепи ламп накаливания. Поэтому переключатель нагрузки (два положения, четыре направления) должен обеспечивать возможность подключения ламп в первом положении к выходу цветомузыкальной установки, а во втором — к выходу автомата световых эффектов. В обоих случаях под выходами устройств подразумеваются выводы их цепей управления, к которым подключены лампы нагрузки. Таким образом, введение в систему переключателя позволит в произвольный момент времени осуществить перекоммутацию ламп нагрузки и тем самым сменить функцию системы (сопровождение музыки цветовыми эффектами либо реализация световых эффектов).

Литература

1. Казлаускас Р. Автомат световых эффектов.— Радио, 1982, № 11, с. 55.
2. Карапетьянц К. «Бегущие огни» из четырех гирлянд.— Радио, 1983, № 11, с. 53—54.
3. Пузаков А. ППЗУ в спортивной аппаратуре.— Радио, 1982, № 1, с. 22.
4. Аналоговые и цифровые интегральные схемы. / Под ред. С. В. Якубовского.— М.: Советское радио, 1979.
5. Поздняков Ю. Объемная цветомузыкальная установка.— В помощь радиолюбителю. Вып. 67, с. 67.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ЧАСЫ С КАЛЕНДАРЕМ И БУДИЛЬНИКОМ

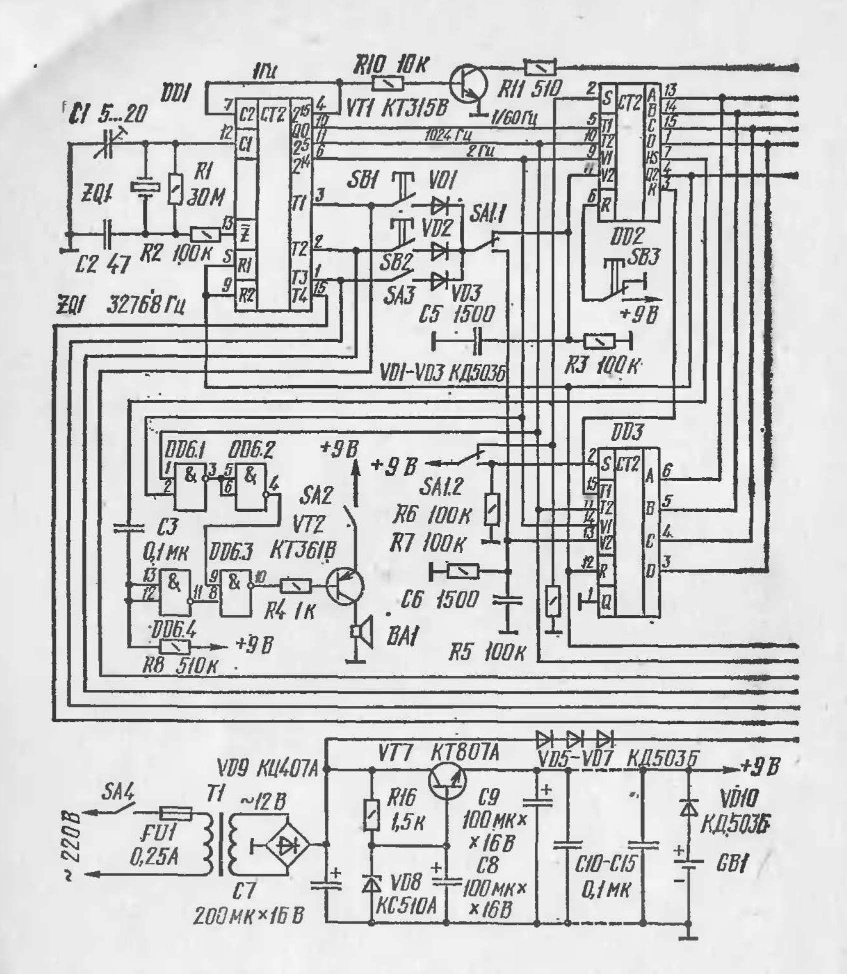
С. Гудов

Электронные часы предназначены для индикации текущего времени суток (минуты и часы), дней недели (понедельник — воскресенье), месяца и дня месяца, а также имеют будильник и схему установки требуемого времени суток и дня месяца. Часы реализованы на шести микросхемах серии К176.

Отличительной особенностью данного устройства является динамический режим работы светодиодных индикаторов, позволяющий выводить на одни и те же индикаторы информацию о текущем времени суток, с календаря и будильника.

Принципиальная схема часов представлена на рис. 1.

На микросхеме *DD1* выполнены генератор импульсов, делитель частоты с коэффициентом деления 2^{15} и счетчик 60 импульсов. На ней собран кварцевый генератор с резонатором *ZQ1* и частотой генерации $2^{15}=$ $=32\,768$ (Гц). С помощью подстроечного конденсатора *C1* можно изменять частоту в пределах ±2 Гц от номинала. С выходов триггеров делителя 2^{15} снимаются специальные служебные сигналы. С вывода *11* поступают импульсы с частотой следования 1024 Гц для синхронизации работы микросхем *DD2, DD3* и *DD4*. С вывода *6* — сигналы с частотой следования 2 Гц, необходимые для установки требуемого времени суток и дня месяца. С выводов *1, 2, 3, 15* снимаются управляющие импульсы *T1—T4*, сдвинутые относительно друг друга по фазе и осуществляющие динамический режим работы индикаторов *HG1—HG4*. Секундные импульсы с вывода *4* поступают на вход *C2* счетчика 60 импульсов, с выхода *Q0* которого уже минутные импульсы подаются на микросхему *DD2*, включающую в себя счетчики минутных и часовых импульсов и схему будильника. На выходах *A, B, C, D* микросхемы *DD2* поочередно и синхронно с сигналами *T1, T2, T3, T4* в коде 1—2—4—8 появляется информация, соответствующая текущим часам и минутам суток. Дешифратор *DD4* преобразует этот двоичный код в соответствующий семисегментный, который высвечивается на светодиодных индикаторах с общим анодом типа АЛС324Б.



Микросхема *DD3* — календарь. Она состоит из следующих блоков: счетчика 40 импульсов для счета дней месяца, счетчика 12 импульсов для счета месяца, счетчика 7 импульсов для счета дней недели и блока управления. Общую синхронизацию работы часов осуществляет микросхема *DD5*.

На рис. 2 представлены временные диаграммы, поясняющие принцип работы часов. Импульсы с частотой 1024 Гц поступают на вход *C2* микросхемы *DD5.2* (вывод *11*), с вывода *13* которой снимаются сигналы с частотой 512 Гц и подаются на формирователь синхронизи-

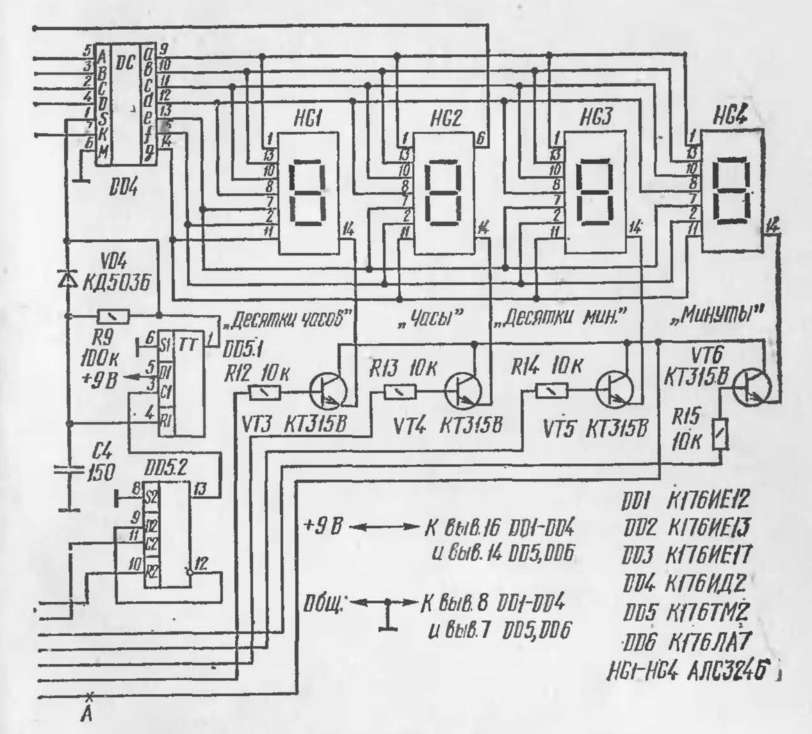


Рис. 1. Принципиальная схема часов

рующих импульсов, собранный на микросхеме *DD5.1*. С вывода *1* синхроимпульсы длительностью примерно 20 мкс поступают на вход микросхемы *DD4* и осуществляют запись информации со входов *A, B, C, D* на выходы *a—g* (выводы *9—15 DD4*).

Момент формирования синхроимпульсов совпадает с появлением сигналов *T1—T4*, следовательно, смена кода на выходе дешифратора *DD4* синхронна с сигналами *T1—T4*. Например, на выводах *3, 4, 5, 6* календаря *DD3* установился двоичный код, соответствующий числу 15 июля (15.07). Во время действия сигнала *T1* устанавливается двоичный код 7—0111 и дешифратором *DD4* преобразуется в соответствующий фрагмент семисегментного кода. Одновременно сигналом *T1* открывается транзистор *VT6*, и начинает светиться индикатор *HG4*. При этом транзисторы *VT3—VT5* закрыты, а индикаторы *HG1—HG3* не светятся.

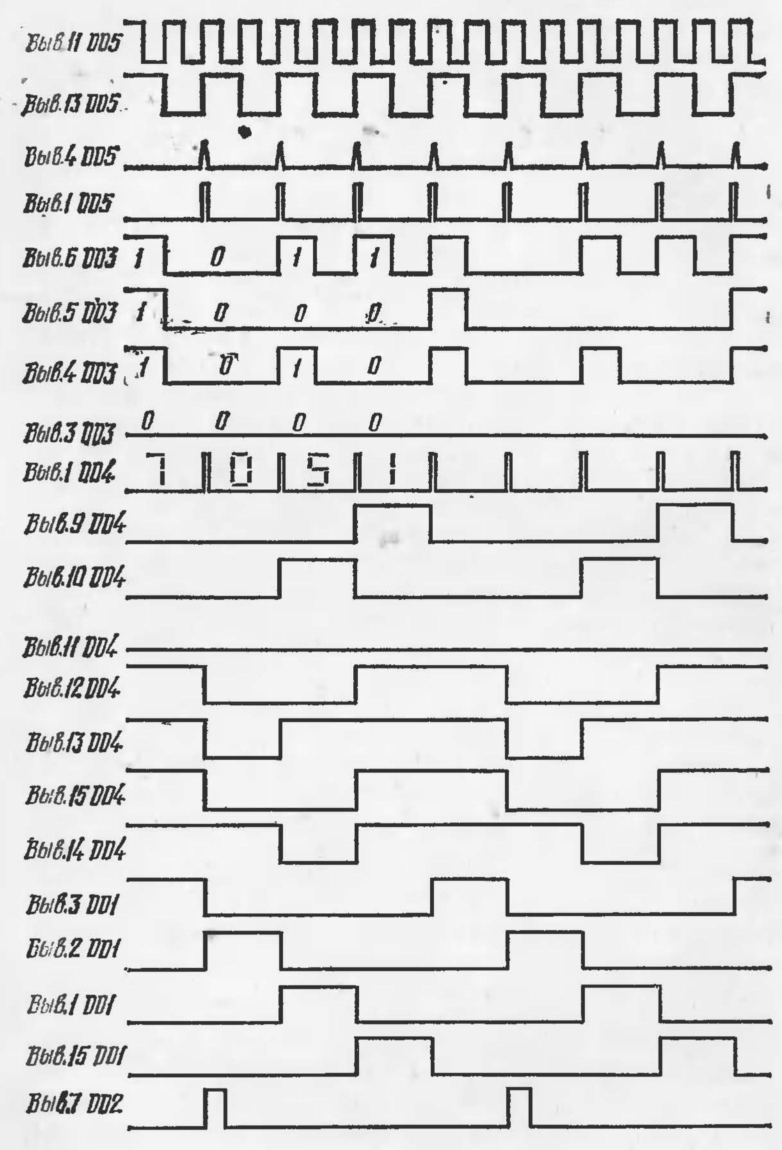


Рис. 2. Временные диаграммы

В следующем такте на выводах *3, 4, 5, 6* календаря *DD3* появляется двоичный код 0—0000, микросхема *DD1* формирует сигнал *T2*, а при появлении синхроимпульса на выводе *1* микросхемы *DD4* происходит запись информации на выходы *a—g* в семисегментном коде. Транзистор *VT5* открывается сигналом *T2*, и индикатор *HG3* начинает светиться. Аналогичный процесс происходит для сигналов *T3* и *T4*. Сигналы *T1—T4* следуют с частотой 128 Гц, в результате человеческий глаз воспринимает всю индикацию в статическом режиме.

Входы *S* микросхем *DD2* и *DD3* управляют выходами *A, B, C, D*. При логической 1 на входе *S* состояние *A, B, C, D* определяется информацией с внутренних счетчиков микросхем, а при логическом 0 выходы *A, B, C, D* блокируются с образованием неопределенного состояния (высокий импеданс). Секундные импульсы с микросхемы *DD1* выводятся для мигания на запятую индикатора *HG2*. На выходе *K* микросхемы *DD2* формируются суточные импульсы. Високосный год календарь *DD3* не фиксирует, т. е. число 29.02 отсутствует. Неиспользованные выходы *A1, B1, C1* (на схеме не показаны) никуда не подключаются, но могут быть использованы для индикации дней недели с внутреннего счетчика 7 импульсов в коде 1—2—4. Однако, при наличии на входе *V2* календаря *DD3* сигнала *T3* с микросхемы *DD1* через выходы *A, B, C, D* микросхемы *DD3* выводится информация и со счетчика 7 импульсов.

С выхода *Q2* (вывод *4*) микросхемы *DD2* осуществляется синхронизация работы внутренних генераторов микросхем *DD1* и *DD3* по установочным входам *R1* (вывод *5* микросхемы *DD1*) и *R* (вывод *12* микросхемы *DD3*) и производится сброс триггеров микросхем *DD4* и *DD5* по входам *K* и *R2*. При подаче +9 В на вход *M* микросхемы *DD4* на выходах *a—g* появляются инверсные сигналы.

Будильник реализован на микросхемах *DD2* и *DD6*. Когда текущее время совпадает с установленным на будильнике, то на выходе *HS* (вывод *7*) микросхемы *DD2* в течение минуты появляются импульсы, разрешающие сигналам частотой 1024 Гц, модулированной частотой 2 Гц, проходить через логическую ячейку *DD6.3* на динамическую головку *BA1*.

Управление часами осуществляется кнопками *SB1, SB2, SB3* и переключателями *SA1, SA2, SA3*. В верхнем

положении переключателя *SA1* на индикаторы выводится информация о текущем времени суток, в нижнем — с календаря. Допустим, *SA1* находится в верхнем положении, тогда замыканием кнопки *SB1* можно установить требуемую минуту, а кнопкой *SB2* — час суток.

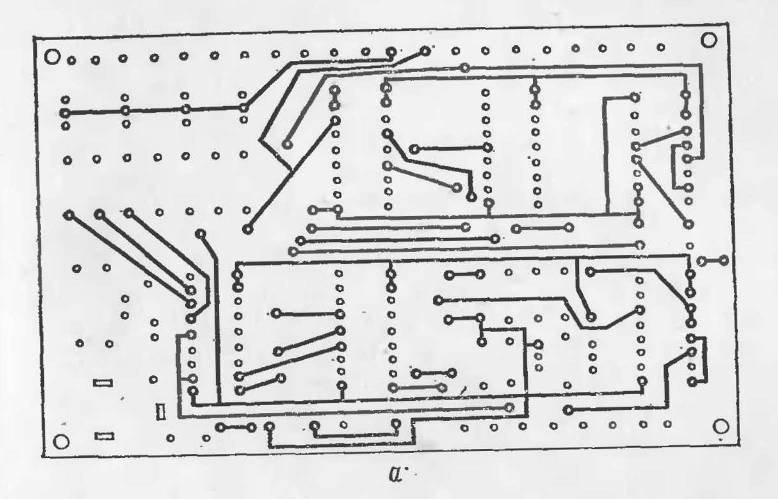
При включении тумблера *SA3* будет высвечиваться информация с будильника. Замыканием кнопок *SB1* и *SB2* при включенном переключателе *SA3* можно установить желаемое время срабатывания будильника. В нижнем положении переключателя *SA1* с помощью кнопок *SB1* и *SB2* устанавливается соответственно число месяца и месяц. При замыкании тумблера *SA3* на индикаторы выводится информация о дне недели (1—7). С помощью кнопки *SB1* при включенном тумблере *SA3* можно устанавливать требуемый день недели.

Для установки точного времени применяется кнопка *SB3*, которая сбрасывает в нуль только минуты. Если на индикаторах высвечивается 40 мин текущего часа и более, то сбрасываются в нуль минуты и к числу часов прибавляется единица. Если в данный момент — менее 40 минут на табло, то час не прибавляется. С шестым сигналом точного времени кнопка *SB3* кратковременно нажимается, и часы считаются установленными. Тумблер *SA2* отключает будильник, если в нем нет необходимости.

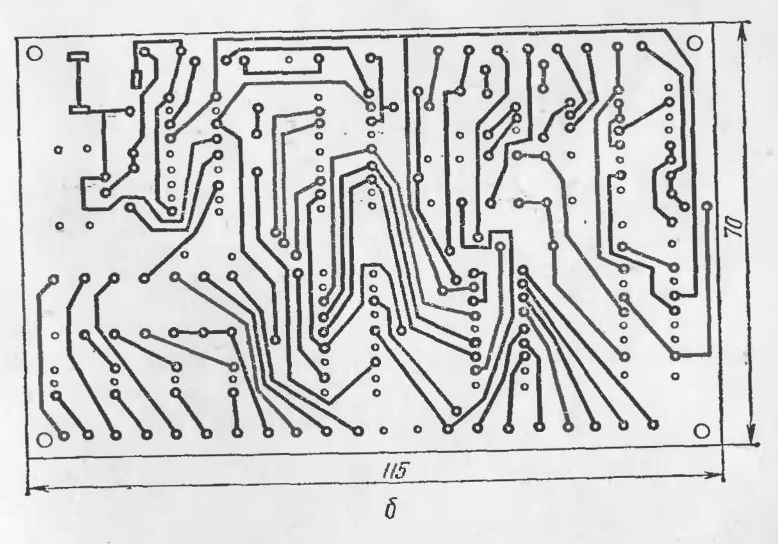
Часы питаются от стандартного источника питания с параметрическим стабилизатором на +9 В. Особенностью данной схемы часов является сохранение их работоспособности при долговременном (до 7 дней) отключении сетевого питания, так как при этом микросхемы запитываются от батареи *GB1* «Крона». Светодиодные индикаторы в это время не светятся, а потребляемый микросхемами ток невелик. При включении сетевого питания диод *VD10* закрывается и не дает разряжаться батарее *GB1*.

Питание на индикаторы берется непосредственно с выхода моста *VD9*. Для предотвращения возможного тиристорного эффекта в КМОП серии К176 в цепи питания микросхем *DD1—DD6* поставлены конденсаторы *C10—C15*.

Конструкция и детали. Чертежи печатных плат часов и индикаторов представлены на рис. 3 и 5, размещение деталей часов — на рис. 4.



а



б

Рис. 3. Печатная плата:
а — вид со стороны деталей; *б* — противоположная сторона

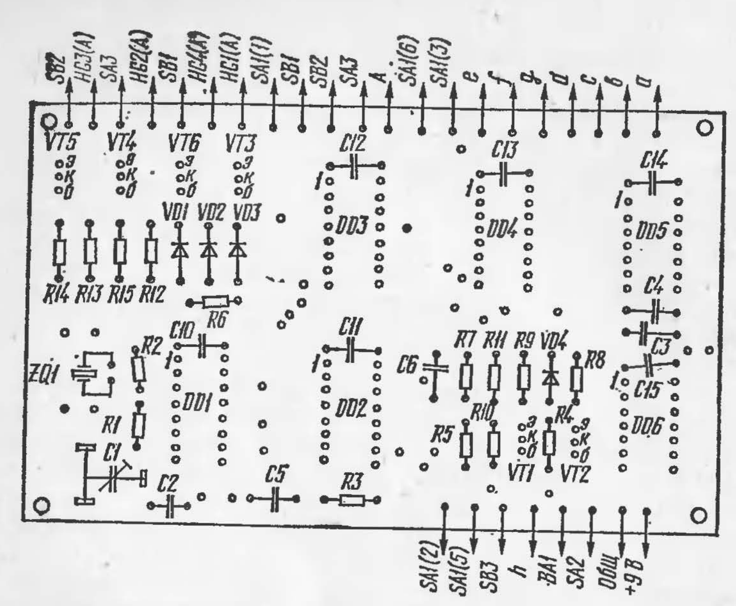


Рис. 4. Размещение деталей часов на плате рис. 3

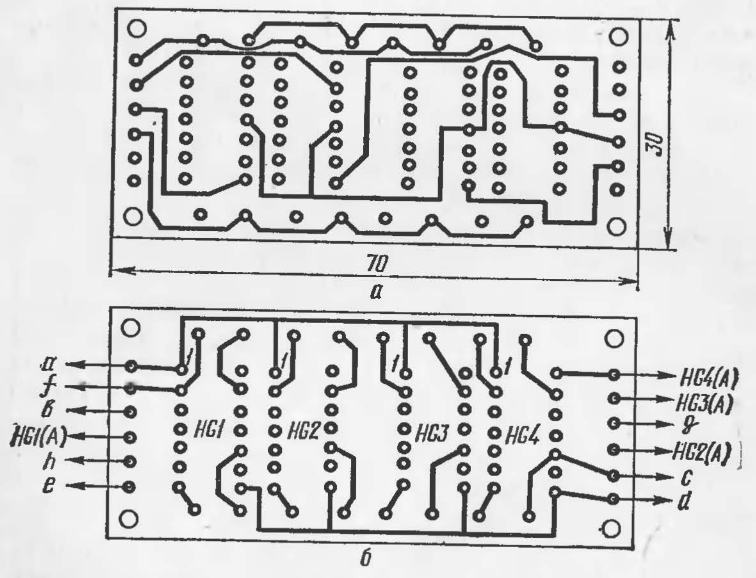


Рис. 5. Печатная плата индикаторов:
а — противоположная сторона; *б* — со стороны деталей

Платы изготовлены из двустороннего фольгированного стеклотекстолита. Соединение платы часов с платой индикаторов производится гибкими проводами. К кнопкам *SB1, SB2* и тумблерам *SA1, SA3* провода должны иметь, по возможности, минимальную длину. Блок питания можно выполнить в отдельном корпусе, причем транзистор *VT7* нужно установить на небольшой радиатор или металлическию пластину.

В часах применены резисторы КИМ *(R1)* и МЛТ (остальные), а также конденсаторы К52-1Б *(С7—С9)*, КМ-5 *(С2, С4, С5, С6)*, КМ-6 *(С3, С10—С15)*, КТ4-25Б *(С1)*.

Кварцевый резонатор * *ZQ1* на частоту 32 768 Гц использован от электронных часов. Он закрепляется на плате скобами из медной проволоки диаметром 0,5 мм, для чего предусмотрены контактные площадки. Звукоизлучатель *BA1* — малогабаритный телефон ТМ-2, но можно применять и другую динамическую головку. Трансформатор *T1* должен иметь на вторичной обмотке переменное напряжение примерно 11...12 В. Взамен батареи *GB1* «Крона» можно использовать аккумулятор с напряжением около +9 В (например, типа 7Д-0,1). Конструкцию корпуса часов можно выбрать по своему усмотрению.

Налаживание часов начинается с проверки работы генератора импульсов, для чего надо подключить вход частотомера к выводу *13* микросхемы *DD1* и вращением ротора конденсатора *C1* установить частоту генерации, равную 32 768 Гц. Часы можно наладить и без частотомера по величине ухода от точного времени, но это займет значительно больше времени. Затем подключить вход синхронизации осциллографа к выходу *T1* микросхемы *DD1.* Осциллографом проверить наличие импульсов *T1—T4*, которые должны быть смещены по фазе относительно друг друга так, как показано на рис. 2. Затем установить все переключатели в исходное состояние согласно схеме на рис. 1. На выводе *11* микросхемы *DD1* должны быть прямоугольные импульсы с частотой следования 1024 Гц, на выводе *6* — 2 Гц, на выводе *10* — 1/60 Гц, на выводе *4* — 1 Гц.

* Кварцевый резонатор на частоту 32 768 Гц можно приобрести в составе набора «Кварц-19». Наборы реализует наложенным платежом по письмам-заказам магазин «Электроника». Его адрес: 196211, г. Ленинград, пр. Ю. Гагарина, 12.— *Прим. составителя.*

На выходах *A, B, C, D* микросхемы *DD2* синхронно с сигналами *T1—T4* должен идти определенный двоичный код. Переключить *SA1* в нижнее положение и проверить наличие соответствующего кода на выходах *A, B, C, D* микросхемы *DD3* и на выходах *a—g* дешифратора *DD4*, причем смена кода должна происходить синхронно с импульсами на выводе *1* триггера *DD5.1*. На базе транзистора *VT2* должны быть импульсы с частотой следования 1024 Гц, модулированной частотой следования 2 Гц, когда текущее время совпадает со временем, установленным на будильнике.

О возможных заменах и модернизации схемы часов. Возможен вариант изготовления часов по данной схеме в миниатюрном карманном виде. Для этого необходимо использовать малогабаритные индикаторы АЛС304Г и запитать часы от аккумуляторов на +9 В либо от батареи «Крона». Индикацию включать кратковременным нажатием кнопки, поставленной в цепи питания индикаторов *HG1—HG4* (точка *A*). В общем случае можно использовать любые семисегментные индикаторы с общим анодом (КЛЦ202А, АЛ111Е и др.).

Если календарь в часах не нужен, то микросхемы *DD3* и *DD5* и все связи с ними исключаются, переключатель *SA1* убирается, а на вход *S* микросхемы *DD2* подается напряжение +9 В. Вход *K* дешифратора *DD4* подсоединяется к +9 В, а на вход *S* микросхемы *DD4* посылаются синхроимпульсы с выхода *Q2* микросхемы *DD2*.

Если будильник также не нужен, то микросхема *DD6* исключается, и часы реализуются всего на трех микросхемах серии К176.

В качестве дешифратора *DD4* можно использовать микросхему К176ИД3, имеющую более мощные выходные шины.

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ МИКРОСХЕМ

А. Эйферт

Вниманию радиолюбителей предлагается достаточно простой источник питания (ИП), предназначенный в основном для испытания различных устройств на интегральных микросхемах, но может быть применен и для других целей.

Основные технические характеристики ИП

Напряжение питающей цепи, В	220±10 %
Напряжения выходные, В	±6,3; ±12,6; ±15; ±18; +5; —9
Выходной ток, мА	≤100
Напряжение пульсаций на нагрузке, мВ эфф	≤5
Коэффициент стабилизации	≈100

При использовании ИП как однополярного с крайних выходных клемм могут быть сняты удвоенные значения выходных напряжений, т. е.: 12,6, 25,2, 30, 36 и 14 В.

Принципиальная электрическая схема ИП приведена на рис. 1, из которой видно, что предлагаемое устройство выполнено по схеме параметрического стабилизатора с коммутируемыми элементами стабилизации, достоинством которого являются простота и автоматическая защита от коротких замыканий на выходе.

Конструктивно ИП может быть выполнен в любом удобном для радиолюбителя варианте, следует лишь помнить, что при использовании в однополярном варианте общий провод должен быть изолирован от корпуса. Коммутация переключателем *SA2*, в качестве которого использован галетный переключатель на пять положений и шесть направлений, осуществлена таким образом, что позволяет установить группы стабилитронов *VD5—VD9* и *VD10—VD14* на два радиатора соответственно с площадью охлаждения 150 см^2 каждый, причем радиаторы охлаждения должны быть изолированы от корпуса. Диоды *VD1—VD4* могут быть заменены на Д226 с любым буквенным индексом. Резисторы *R1—R10* проволочные

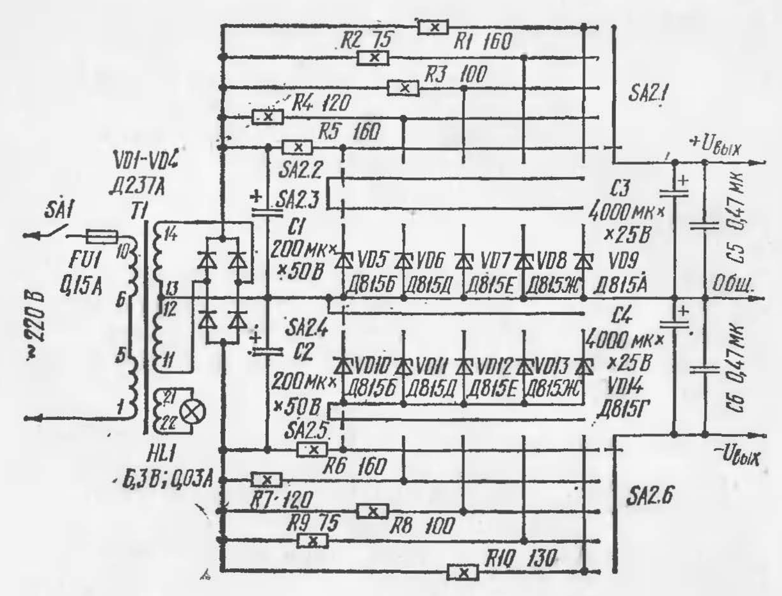


Рис. 1. Принципиальная схема источника питания

марки ПЭВ, их можно изготовить и самостоятельно из нихромовой проволоки диаметром 0,5...1 мм, намотав ее на каркас из изоляционного теплостойкого материала, или соединив последовательно пять резисторов МЛТ-2 с равным сопротивлением. При отсутствии унифицированного трансформатора ТА11 его можно изготовить по данным, приведенным в табл. 1.

Трансформатор наматывают на сердечнике Ш16×25 из электротехнической стали. Конденсаторы *C1—C4* — К50-6, могут быть и любых других типов; *C5, C6* — КМ-6, выключатель *SA1* — тумблер любого типа.

Таблица 1

Обмотка	Количество витков	Марка провода	Диаметр провода, мм	Примечание
$w_{1-5} = w_{6-10}$	1540	ПЭВ-2	0,14	
$w_{11-12} = w_{13-14}$	410	ПЭВ-2	0,25	
w_{19-20}	95	ПЭВ-2	0,35	



ПОДКЛЮЧЕНИЕ ДЕЦИМЕТРОВЫХ СЕЛЕКТОРОВ К ТЕЛЕВИЗОРАМ ЧЕРНО-БЕЛОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

В. Никитин

В настоящее время в эксплуатации есть еще много различных телевизоров черно-белого изображения, рассчитанных на прием передач в диапазонах метровых волн. В то же время во многих городах страны имеется возможность приема передач дециметрового диапазона. Если ввести в схему телевизора один из селекторов дециметровых каналов СК-Д-1, СК-Д-22, СК-Д-24 или СК-Д-30, которые выпускаются промышленностью, таким телевизором можно будет принимать телевизионные передачи дециметрового диапазона.

Подключение дециметрового селектора каналов и переделка телевизора производятся в следующем порядке. На задней панели телевизора устанавливается дополнительное антенное гнездо, которое предназначено для подключения с помощью стандартного штекера фидера от дециметровой антенны. Можно также использовать имеющееся там антенное гнездо 1 : 10 или 1 : 20, изъяв подключенные к нему резисторы делителя входного сигнала. Это антенное гнездо подключается к антенному входу дециметрового селектора отрезком коаксиального кабеля. Выход дециметрового селектора, обозначенный буквами «ПЧ», подключается также отрезком коаксиального кабеля к селектору метровых каналов ПТК-11Д, к выводу «Вход СК-Д». На передней панели телевизора устанавливается ручка настройки дециметрового селектора. При использовании селекторов СК-Д-1 и СК-Д-30 эта ручка соединяется гибким валиком с органом настройки селектора, при использовании селекторов СК-Д-22 и СК-Д-24 на передней панели телевизора устанавливается переменный резистор настройки с ручкой. Ручка настройки для удобства может быть снабжена шкалой.

Питание дециметрового селектора производится от телевизора. При приеме телевизионных передач в диапазоне дециметровых волн в селекторе метровых каналов ПТК-11Д используется только каскад смесителя, выпол-

няющий функции дополнительного усилителя промежуточной частоты, а каскады УВЧ и гетеродина должны быть выключены. Питание напряжением +150 В поступает на смеситель по выводу *1* разъема ПТК-11Д, а питание УВЧ и гетеродина — по выводу *6* этого же разъема. Поэтому в телевизоре снимается перемычка, припаянная к выводам *1* и *6* разъема ПТК, а напряжение +150 В подводится только к выводу *1*. На передней панели телевизора нужно установить двухполюсный тумблер-переключатель «МВ-ДМВ», которым будет осуществляться коммутация питания блоков ПТК-11Д и СК-Д. При приеме передач в метровом диапазоне этим тумблером напряжение +150 В будет подаваться на вывод *6* разъема ПТК и сниматься питание дециметрового селектора. При приеме передач в дециметровом диапазоне будет подаваться питание на СК-Д и сниматься питание с вывода *6* ПТК-11Д. Этим же тумблером осуществляется подача напряжения АРУ на дециметровый селектор.

В связи с тем что для питания дециметрового селектора необходимо напряжение +12 В, а также изменена полярность напряжения АРУ, на отдельной плате собирается схема устройства сопряжения СК-Д с телевизором. На рис. 1 показана схема сопряжения селектора СК-Д-1. В левом по схеме положении переключателя *S1* напряжение +150 В подается на вывод *6* разъема ПТК-11Д. В правом по схеме положении этого переключателя напряжение с вывода *6* разъема снимается и подается на стабилизатор напряжения +12 В, который состоит из резисторов *R1, R2,* стабилитрона *VD1* и конденсатора *C1*. Напряжение +12 В подается на СК-Д-1 и на питание транзистора *VT1*, с помощью которого осуществляется изменение полярности напряжения АРУ. Напряжение АРУ со схемы телевизора снимается с вывода *4* разъема ПТК и через переключатель и резистор *R6* поступает в цепь базы транзистора *VT1*. Переменный резистор *R3* служит для установки напряжения АРУ на эмиттере транзистора, равного +9 В при отключенных от телевизора антеннах.

На рис. 2 приведена схема сопряжения дециметрового селектора каналов СК-Д-22. От схемы, показанной на рис. 1, она отличается наличием узла электронной настройки селектора, который содержит стабилизатор напряжения +30 В, собранный на резисторе *R8*, стабилитронах *VD3, VD4, VD5* и конденсаторе *C2*. Стабилизиро-

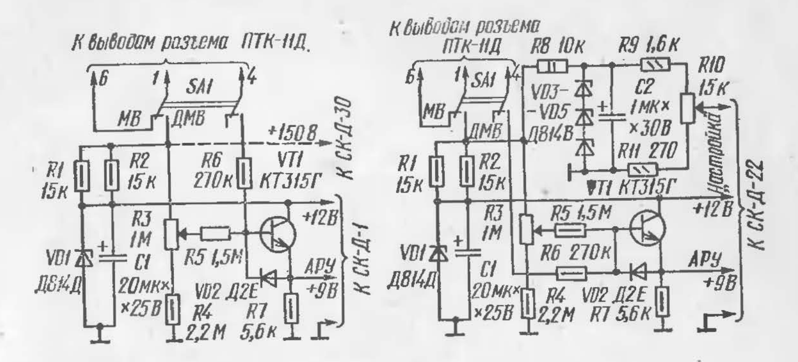


Рис. 1. Схема сопряжения селектора СК-Д-1 (или СК-Д-30)

Рис. 2. Схема сопряжения селектора СК-Д-22 (или СК-Д-24)

(резисторы *R1, R2* на обоих рисунках — двухватные)

ванное напряжение +30 В подается на делитель напряжения из резисторов *R9, R10, R11*. Переменный резистор *R10* устанавливается на передней панели телевизора для настройки дециметрового селектора на нужный канал. Его средний вывод подключается к выводу СК-Д-22 $U_{вар}$. По такой же схеме собирается схема сопряжения для дециметрового селектора каналов типа СК-Д-24.

Селектор СК-Д-30 отличается тем, что в его комплект входит плата настройки селектора, содержащая стабилизатор напряжения и делитель с переменным резистором. На эту плату необходимо подать с телевизора напряжение +150 В. Поэтому для сопряжения с селектором этого типа пригодна схема, показанная на рис. 1 с дополнительным проводом, который показан на схеме пунктирной линией. По этому проводу на плату настройки СК-Д-30 поступает напряжение +150 В в правом по схеме положении переключателя *S1*.

СОДЕРЖАНИЕ

Научно-популярное издание

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

Выпуск 95

Составитель *Андрей Васильевич Дьяков*

Заведующий редакцией *А. В. Куценко*
Редактор *М. Е. Орехова*
Художник *В. А. Клочков*
Художественный редактор *Т. А. Хитрова*
Технический редактор *Е. В. Дмитриева*
Корректор *Н. В. Елкина*

ИБ № 1940
Сдано в набор 02.01.86. Подписано в печать 11.07.86. Г-93933. Формат $84 \times 108^1/_{32}$. Бумага тип. № 3. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. п. л. 4,2. Усл. кр.-отт. 4,52. Уч.-изд. л. 3,92. Тираж 1150 000 экз. Заказ 6—270. Цена 30 к.
Изд. № 2/г—368

Ордена «Знак Почета» Издательство ДОСААФ СССР.
129110, Москва, Олимпийский просп., 22.

Головное предприятие республиканского производственного объединения «Полиграфкнига», 252057, Киев, ул. Довженко, 3.